

Vergleich von zwei Verriegelungssystemen
im klinischen Einsatz bei der Tibial Plateau
Leveling Osteotomy unter besonderer
Berücksichtigung ihrer Applikationseigenschaften

ERIK BINDER



INAUGURAL-DISSERTATION zur Erlangung des Grades eines **Dr. med. vet.**
beim Fachbereich Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2012

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1st Edition 2012

© 2012 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen
Printed in Germany



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890
email: redaktion@doktorverlag.de

www.doktorverlag.de

Klinikum Veterinärmedizin
Klinik für Kleintiere – Chirurgie
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Betreuer: PD Dr. Martin Gerwing

**Vergleich von zwei Verriegelungssystemen im klinischen
Einsatz bei der Tibial Plateau Leveling Osteotomy unter
besonderer Berücksichtigung ihrer Applikationseigenschaften**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines
Dr. med. vet.
beim Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

Erik Binder

Tierarzt aus Stuttgart

Gießen 2012

Mit Genehmigung des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Dekan: Prof. Dr. Dr. h. c. Martin Kramer

Gutachter: PD Dr. Martin Gerwing

PD Dr. Axel Schönfelder

Tag der Disputation: 15.02.2012

Meinen Eltern

Ich erkläre: Ich habe die vorliegende Dissertation selbstständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen, die ich in der Dissertation angegeben habe, angefertigt. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen, habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.

Erik Binder

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einleitung.....	1
2 Literaturübersicht.....	2
2.1 Ätiopathologie der cranialen Kreuzbandruptur	2
2.2 Biomechanik und anatomische Grundlagen im Kniegelenk	5
2.3 Degenerative Veränderungen und Osteoarthritis im Zusammenhang mit der Ruptur des vorderen Kreuzbandes.....	6
2.4 Meniskopathie.....	7
2.4.1 Meniskektomie / Teilmeniskektomie	8
2.4.2 Meniskusrelease.....	8
2.5 Symptomatik und Diagnose der Ruptur des cranialen Kreuzbandes und der Meniskopathie.....	10
2.6 Röntgenologische Untersuchung	11
2.7 Chirurgisches Vorgehen zur Versorgung der Ruptur des vorderen Kreuzbandes	12
2.8 Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO) nach SLOCUM & SLOCUM (1993).....	16
2.8.1 Chirurgisches Vorgehen	17
2.9 Winkelstabile Platten.....	19
2.10 Bisherige Ergebnisse und Erfahrungen mit der Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO) nach SLOCUM & SLOCUM (1993)	21
3 Material und Methoden.....	25
3.1 Material.....	25
3.1.1 Patientengruppen	25
3.1.2 Winkelstabile Implantate zur Fixation der TPLO	28
3.1.2.1 TPLO-Verriegelungssystem der Firma Synthes	28

3.1.2.2	TPLO-Verriegelungssystem der Firma New Generation Devices (NGD)	31
3.2	Methoden	33
3.2.1	Anamnese und Besitzerbefragung	33
3.2.2	Voruntersuchung.....	33
3.2.3	Spezielle Lahmheitsuntersuchungen	34
3.2.3.1	Einteilung der Lahmheitsgrade	34
3.2.3.2	Prüfung der craniocaudalen Gelenkstabilität durch Schubladentest	34
3.2.3.3	Prüfung der Gelenkstabilität durch Tibiakompressionstest.....	35
3.2.3.4	Beurteilung der Gelenkfüllung bzw. der periartikulären Schwellung	35
3.3	Röntgenologische Untersuchung	35
3.3.1	Messung des Tibiaplateauwinkels (TPA)	37
3.3.2	Gonarthrose-einteilung und Kapselschatten	38
3.4	Vorbereitung des Patienten zur Operation.....	38
3.5	Durchführung der Tibial Plateau Leveling Osteotomy nach SLOCUM & SLOCUM (1993) mit Verriegelungsplatten	40
3.5.1	Implantation der Verriegelungsplatte der Firma Synthes	41
3.5.2	Implantation der Verriegelungsplatte der Firma New Generation Devices	42
3.5.3	Wundverschluss.....	44
3.6	Nachbehandlung der Patienten	44
3.7	Nachuntersuchung der Patienten während des Klinikaufenthaltes.....	45
3.8	Nachuntersuchung der Patienten nach Entlassung aus der Klinik.....	46
3.9	Postoperative Komplikationen.....	46
3.10	Statistik	47
4	Ergebnisse.....	48
4.1	Rasseverteilung.....	48
4.2	Geschlecht der Patienten.....	49
4.3	Verteilung der Kreuzbandrupturen im Patientengut.....	49
4.4	Alter der Patienten	51
4.4.1	Altersverteilung in den Gruppen	52
4.5	Körpermasse der Patienten	54
4.5.1	Körpergewichtsverteilung innerhalb der Gruppen	55
4.6	Lahmheitsgrade prae operationem.....	56
4.7	Lahmheit 4 Wochen post operationem	57

4.8	Lahmheit 12 Wochen post operationem	58
4.9	Dauer der Lahmheit prae operationem	59
4.10	Schubladen- und Tibiakompressionstest prae operationem	60
4.11	Vorkommen von Teilrupturen und vollständigen Kreuzbandrupturen	60
4.12	Lokalisation der durchgeführten Operationen	62
4.13	Meniskopathien.....	62
4.14	Präoperativ gemessener Tibiaplateauwinkel (TPA)	64
4.14.1	Osteotomien und Schwenkung des Tibiaplateaus	64
4.15	Verwendete Implantate	66
4.16	Veränderung der Arthrosen von 0 auf 4 Wochen post operationem	66
4.17	Veränderung der Arthrosen von 0 auf 12 Wochen post operationem	67
4.18	Dauer der gesamten Operation (TPLO).....	69
4.19	Dauer der Implantation	75
4.20	Intraoperative Komplikationen	79
4.21	Postoperative Komplikationen.....	84
4.22	Implantatdefekt und Implantatlockerung	85
4.23	Knochenheilung	85
5	Diskussion.....	86
5.1	Patienten	87
5.2	Ergebnisse der Voruntersuchung	88
5.3	Der Tibiaplateauwinkel	91
5.4	Entwicklung der Lahmheit im postoperativen Zeitraum	92
5.5	Entwicklung der Arthrose im postoperativen Zeitraum	93
5.6	Verwendete Implantate und intraoperative Komplikationen.....	95
5.7	Operations- und Implantationsdauer.....	100
5.8	Postoperative Komplikationen.....	103
5.9	Knochenheilung	108
5.10	Schlussfolgerungen.....	108
6	Zusammenfassung	110
7	Summary	113
8	Literaturverzeichnis	116
9	Abbildungsverzeichnis	134

10	Tabellenverzeichnis	137
11	Anhang.....	138
11.1	Patientengruppen	138
11.1.1	Patientengruppe 1	138
11.1.2	Patientengruppe 2	140
11.1.3	Patientengruppe 3	141
11.1.4	Patientengruppe 4	143
11.2	Instrumentarium.....	144
11.2.1	Chirurgisches Instrumentarium	144
11.2.2	Zusätzliche Materialien	144
11.2.3	Instrumentarium zur Durchführung einer Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO)	144
12	Danksagung	147

Abkürzungsverzeichnis

A

AO	A rbeitsgemeinschaft O steosynthese
Art.	A rticulatio

B

bzw.	beziehungsweise
------	-----------------

C

ca.	circa
CaCL	caudales Kreuzband
CCWO	C ranial C losing W edge O steotomy
cm	Zentimeter
CrCL	craniales Kreuzband
CrCLR	Ruptur des cranialen Kreuzbandes
CrCLd	craniales Kreuzband insuffizient
CTT	C ranial T ibial T hrust, craniale Translationsbewegung der Tibia relativ zum Femur
CTWO	C ranial T ibial W edge O steotomy

D

DC	D ynamic C ompression, dynamische Kompression
----	---

E

ECVS	E uropean C ollege of V eterinary S urgeons
ed.	Herausgeber
et al.	et alii
etc.	et cetera

F

Fa.	Firma
-----	-------

G

Geschl.	Geschlecht
ggf.	gegebenenfalls
ggr.	geringgradig
Gr.	Größe
Grp.	Gruppe

H

h. c.	honoris causa
hgr.	hochgradig

J

J.	Jahre
----	-------

K

Kap.	Kapitel
kg	Kilogramm
KGW	Körpergewicht

L

Lig.	Ligamentum
------	------------

M

m	männlich
M.	Musculus
mg	Milligramm
mgr.	mittelgradig
Min.	Minuten
mk	männlich kastriert
ml	Milliliter
mm	Millimeter
Mo.	Monate

VI

MR	M eniscal R elease
MRT	M agnetresonanztomographie
N	
n	Anzahl
NGD	Firma N ew G eneration D eVICES
Nr.	Nummer
N·m	Newtonmeter
O	
op.	operationem
Op	Operation
P	
Pat.Nr.	Patientennummer
p	Wahrscheinlichkeit
p. op.	post operationem
R	
r	Radius
Re-Op	erneute Operation
S	
s	Standardabweichung
S.	Seite
s. o.	siehe oben
T	
TPLO	T ibial P lateau L eveling O steotomy
TPA	Tibiaplateauwinkel
TTA	T ibial T uberosity A dvancement
TTO	T riple T ibial O steotomy
TWO	T ibial W edge O steotomy

U

u.	und
u. a.	unter anderem
Unt. Grp.	Untergruppe
usw.	und so weiter

V

v. a.	vor allem
-------	-----------

W

w	weiblich
wk	weiblich kastriert

Z

z. B.	zum Beispiel
-------	--------------

Sonderzeichen

\bar{x}	arithmetischer Mittelwert
\emptyset	Durchschnitt
$^{\circ}$	Grad (Winkeleinheit)
π	Kreiszahl Pi, mathematische Konstante
%	Prozent
&	und

1 Einleitung

Der vordere Kreuzbandriss des Hundes ist die häufigste Lahmheitsursache der Hintergliedmaße erwachsener mittelgroßer und großer Hunde (*AIKEN et al.* 1995, *ARAGON & BUDSBERG* 2005, *HAYASHI et al.* 2004) und damit ein enormer Wirtschaftsfaktor für Tierärzte. Die Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO) ist eine weit verbreitete Methode zur Versorgung der cranialen Kreuzbandruptur beim Hund (*HULSE et al.* 2010, *SLOCUM & SLOCUM DEVINE* 1998b). Bei dieser Operationsmethode wird das kreuzbandinsuffiziente Kniegelenk durch eine Umstellungsosteotomie der proximalen Tibia dynamisch stabilisiert (*REIF et al.* 2002, *SLOCUM & SLOCUM* 1993, *WARZEE et al.* 2001). Anfangs waren sowohl die Operationsmethode als auch das chirurgische Spezialinstrumentarium und die Implantate auf den Erfinder der TPLO lizenziert. Diese Lizenz ist abgelaufen und infolge dessen werden mittlerweile sowohl das Instrumentarium als auch die erforderlichen Implantate zu Fixation der durchgeführten Osteotomie von zahlreichen Herstellern angeboten. Sowohl die Qualität als auch die eingesetzte Technik der TPLO-Implantate entwickeln sich weiter. Verriegelungstechnik gewinnt bei orthopädischen Implantaten auch in der Tiermedizin zunehmend an Bedeutung. Sie hat Vorteile gegenüber konventionellen Implantaten (*HÖNTZSCH* 2004), ihre Fertigung ist jedoch aufwändiger und es wird zur Implantation herstellerabhängig weiteres Zusatzinstrumentarium benötigt. Dies schlägt sich in höheren Kosten für Tierarzt und Patientenbesitzer nieder. In dieser Arbeit vergleichen wir die klinische Anwendung von 2 verschiedenen Verriegelungsplattensystemen zweier Hersteller (NGD¹, Synthes²) mit dem Schwerpunkt auf der Implantationstechnik und ihren Problemen. Die Preisdifferenz dieser Implantate beträgt ca. 30 % (abhängig von der Größe der Implantate). Hinzu kommt eine unterschiedliche Zahl an erforderlichen Zusatzinstrumenten zur Implantation.

¹ New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA

² Synthes GmbH, Umkirch

2 Literaturübersicht

2.1 Ätiopathologie der cranialen Kreuzbandruptur

Für die Entstehung einer Ruptur des *Ligamentum cruciatum craniale* des Hundes spielen eine Vielzahl von Faktoren eine Rolle (JOHNSON & JOHNSON 1993). Dazu zählen schnelles Wachstum, ein ungünstiges Verhältnis von Knochenstabilität und Muskelkraft, die Körpermasse und das Alter sowie immunvermittelte Gelenkerkrankungen (JOHNSON & HULSE 2002). Eine retrospektive Studie (HARASEN 1995) stellt fest, dass sich der Anteil großwüchsiger Rassen an der Gesamtheit der Hunde mit Ruptur des cranialen Kreuzbandes deutlich vergrößert hat. In ihrer Arbeit zeigt GIELEN (2005), dass bei Labrador Retrievern und Boxern durchschnittlich mit 5 Jahren, Golden Retrievern mit 6,5 Jahren und bei Deutschen Schäferhunden mit 7,25 Jahren die Diagnose der Kreuzbandruptur gestellt wird. LAMPMAN *et al.* (2003) stellen in ihrer Untersuchung fest, dass die Hälfte der Hunde ihrem Rassedurchschnitt entsprechend idealgewichtig sind, circa 40 % sind übergewichtig. Sie verweisen daher auf den Einfluss der Fütterung und die Körpermasse als Risikofaktor. Bei GIELEN (2005) sind 60,7 % der Tiere mit Kreuzbandriss übergewichtig. DUVAL *et al.* (1999) zeigen eine Rasseprädisposition für craniale Kreuzbandrupturen im Alter von unter 2 Jahren bei verschiedenen großen Rassen auf, außerdem ein erhöhtes Risiko für kastrierte Individuen, insbesondere für weiblich kastrierte (LAMPMAN *et al.* 2003). Dies stimmt mit Zahlen von GIELEN (2005) überein. Hier sind 60 % der Tiere mit Kreuzbandriss kastriert, bei den weiblichen Tieren mit Kreuzbandruptur beträgt der Anteil der kastrierten Individuen 71 %. Ein erhöhtes Körpergewicht stellt ebenfalls ein Risiko dar. BUOTE *et al.* (2009) berichten, dass Alter, Gewicht, Geschlecht und der Tibiaplateauwinkel nicht zur Vorhersage einer kontralateralen Kreuzbandruptur herangezogen werden können. BARONI *et al.* (2003) beschreiben in ihrer Arbeit einen Tibiaplateauwinkel von 15 bis 24° als normal. Dies deckt sich mit anderen Autoren (KIM *et al.* 2009). MORRIS & LIPOWITZ (2001) beschreiben, dass Tiere mit Ruptur des cranialen Kreuzbandes einen signifikant größeren Tibiaplateauwinkel (23,76°) aufweisen als solche ohne (18,10°), wohingegen REIF & PROBST (2003) feststellen, dass der Tibiaplateauwinkel bei reinrassigen Labrador Retrievern mit und ohne Ruptur des cranialen Kreuzbandes annähernd gleich ist ($23,5 \pm 3,1^\circ$ bzw. $23,6 \pm 3,5^\circ$). Daraus schließen

die Autoren, dass die Beurteilung des Tibiaplateauwinkels bei Retrievern nicht zur Vorhersage von cranialen Kreuzbandrupturen herangezogen werden kann. Sie weisen aber auf verschiedene Fehlerquellen bei der Messung des Tibiaplateauwinkels hin (CAYLOR *et al.* 2001, REIF *et al.* 2004). CABRERA *et al.* (2008) vergleichen die Tibiaplateauwinkel von Hunden mit unilateralem (26°) und bilateralem Kreuzbandriss (27°) und stellen keinen signifikanten Unterschied fest. GIELEN (2005) beschreibt ebenfalls, dass Tiere, die mit einer beidseitigen Kreuzbandruptur vorgestellt werden, durchschnittlich jünger (< 5 Jahre) und schwerer (40 kg) sind, als Tiere mit einer einseitigen Kreuzbandruptur (6,4 Jahre und 35,5 kg). Sie misst einen signifikant größeren mittleren Neigungswinkel des Tibiaplateaus ($1,7^\circ$) bei Hunden mit einem vorderen Kreuzbandriss im Vergleich zu Hunden ohne Kreuzbandruptur. Außerdem weist sie eine Rasseprädisposition für den vorderen Kreuzbandriss beim Rottweiler, Labrador Retriever, Boxer, Akita Inu und Chow Chow nach. Der Unterschied im Tibiaplateauwinkel für die ersten 3 genannten prädisponierten Rassen zwischen den Tieren mit und ohne Kreuzbandruptur beträgt gar bis zu $3,7^\circ$. WILKE *et al.* (2002) vergleichen die Tibiaplateauwinkel zwischen Labrador Retrievern, als prädisponierte Rasse für den vorderen Kreuzbandriss, und Greyhounds und bestimmen zusätzlich den Tibiaplateauwinkel am stehenden Patienten. Hiernach weisen Labrador Retriever ohne Riss des vorderen Kreuzbandes nach dem Messverfahren von SLOCUM & SLOCUM (1993) einen steileren Tibiaplateauwinkel auf als die ohne Kreuzbandriss. Bei der Standwinkelbestimmung ist der Tibiaplateauwinkel des Greyhound zwar geringer als der des nicht betroffenen Labrador Retrievers, allerdings kann hier keine Signifikanz nachgewiesen werden. Sie schließen daraus, dass, auch wenn der Tibiaplateauwinkel einen Einfluss auf die Entstehung der cranialen Kreuzbandruptur hat, viele Tiere mit steilem Tibiaplateauwinkel keinen Kreuzbandriss entwickeln. Es hat somit nicht nur der Tibiaplateauwinkel Einfluss auf Entstehung einer cranialen Kreuzbandruptur. Für Patienten mit einer Körpermasse von unter 10 kg ist die *Luxatio patellae* eine der häufigsten Ursachen für eine Schädigung des cranialen Kreuzbandes (ALBRECHT 1999). Die fehlende oder nur zeitweilig vorhandene stabilisierende Wirkung des *Musculus quadriceps* mit seiner Endsehne und der darin befindlichen *Patella* verursacht eine Überbelastung des cranialen Kreuzbandes (ARNOCZKY 1993). Verhältnismäßig geringe Traumata führen an vorgeschädigten, mikrotraumatisierten Kollagenfaserbündeln zu Rissen im Kreuzbandfaserverbund, die eine (Teil-) Ruptur zur Folge haben (KÁSA *et al.* 2001). Echte traumatische Rupturen beim Hund entstehen nach übermäßiger Krafteinwirkung auf das Kniegelenk (ARNOCZKY & MARSHALL 1981).

Das vordere Kreuzband besteht aus einem craniomedialen und einem caudolateralen Anteil. Der craniomediale Anteil ist in allen Phasen der Flexion und Extension unter Spannung. Der caudolaterale Anteil ist in Extension gespannt und ist während der Flexion locker. In Flexion verdrillen sich craniales und caudales Kreuzband und limitieren so den Grad der möglichen Innenrotation der Tibia relativ zum Femur. Dieses Zusammenspiel ist außerdem zu einem gewissen Maß eine Unterstützung gegen Varus- und Valgusstellung des gebeugten Knies. Somit stellt der craniomediale Anteil des cranialen Kreuzbandes die wichtigste Sperre gegen eine craniale Schublade oder Translation dar. Beim Auslösen der cranialen Schublade herrscht eine vermehrte caudocraniale Beweglichkeit der Tibia im Kniegelenk relativ zum Femur als Folge einer Ruptur des cranialen Kreuzbandes (*FOSSUM 2007*).

Der vordere Kreuzbandriss kann degenerative und traumatische Ursachen haben (s. o.), diese stehen jedoch in einer Wechselbeziehung, da ein durch Degeneration geschwächtes vorderes Kreuzband für ein Trauma empfindlicher ist (*FOSSUM 2007*). Auch entzündliche Veränderungen der Synovia erhöhen das Risiko einer cranialen Kreuzbandruptur (*HAYASHI et al. 2004*). Der Mechanismus der cranialen Kreuzbandruptur ist also primär eine Widerspiegelung / Überbelastung seiner Primärfunktion als Hemmer der Kniebeweglichkeit, und verhindert vor allem eine craniale Translationsbewegung sowie die Innenrotation der Tibia. Eine akute Verletzung geht daher meist mit einer Hyperextension und einer übermäßigen Innenrotation der Gliedmaße einher (*ARNOCZKY & MARSHALL 1981*). Wenn beim Sprung die Kraft des *Cranial Tibial Thrust* die Reißkraft des vorderen Kreuzbandes übersteigt, kommt es zur Ruptur. Mit einer vorhandenen Degeneration des Kreuzbandes können selbst normale Aktivitäten zum Kreuzbandriss führen (*HAYASHI et al. 2004*). In zahlreichen Fällen ist die zugrunde liegende pathologische Bedingung in beiden Kniegelenken vorhanden, was eine hohe Rate (*PRIDDY et al. 2003, SLOCUM & SLOCUM DEVINE 1998b*) an Hunden mit beidseitigem cranialen Kreuzbandriss bzw. dem Riss der anderen Seite bei 40 % der Patienten 1 bis 2 Jahre später erklärt (*JOHNSON & HULSE 2002*). Dies deckt sich mit Ergebnissen von *BUOTE et al. (2009)*, die von 48 % berichten, die median nach 5,5 Monaten einen kontralateralen Kreuzbandriss erleiden. Hier werden bereits 10 % der Tiere bei Erstvorstellung mit bilateralem Kreuzbandriss vorgestellt. In einer Studie von *DOVERSPIKE et al. (1993)* erleiden 37 % der Tiere eine Ruptur des cranialen Kreuzbandes auf der 2. Seite. In dieser Studie weisen 59 % der Tiere, bei denen zum Zeitpunkt der Diagnose des ersten Kreuzbandrisses bereits radiologische Hinweise auf eine degenerative Gelenkerkrankung der anderen Seite vorhanden waren, einen kontralateralen

Kreuzbandriss auf. *MOORE & READ* (1995) berichteten von 20 % der Patienten, bei denen im Schnitt 14 Monate nach der ersten Seite auch auf der zweiten Seite eine craniale Kreuzbandruptur auftritt. Bei Welpen ist die craniale Kreuzbandruptur mit traumatischen Verletzungen und Avulsion am Ansatz oder am Ursprung des cranialen Kreuzbandes assoziiert (*HAYASHI et al.* 2004).

2.2 Biomechanik und anatomische Grundlagen im Kniegelenk

„Das Kniegelenk ist ein zusammengesetztes, inkongruentes und unvollkommenes Wechselgelenk“ (*KÖNIG & LIEBICH* 2001). Es besteht aus der *Articulatio femoropatellaris* und der *Art. femorotibialis*. Die Inkongruenz der *Art. femorotibialis*, gebildet durch die runden Kondylen des Femurs und die nahezu ebene Gelenkfläche der proximalen Tibia (Tibiaplateau), wird durch je einen Meniskus medial und lateral ausgeglichen. „Neben der vorherrschenden Beuge- und Streckbewegung sind durch die Verschiebbarkeit der Menisken auch Drehbewegungen möglich.“ (*KÖNIG & LIEBICH* 2001) Die Translation ist eine abnorme Bewegung des Kniegelenks. Aufgrund der Inkongruenz des Gelenks werden die möglichen Bewegungen von den Bandstrukturen und nicht von den knöchernen Strukturen eingeschränkt, somit ist das Gelenk bandabhängig (*SLOCUM & SLOCUM DEVINE* 1998b). Die craniale Translationsbewegung der Tibia zum Femur nennt man craniale Schublade, sie wird im intakten Gelenk durch den craniomedialen Teil des aus zwei Anteilen bestehenden cranialen Kreuzbandes verhindert. Die Innenrotation der Tibia wird durch den caudolateralen Anteil des cranialen Kreuzbandes eingeschränkt. Eine weitere Hemmung der cranialen Schublade erfolgt durch das caudale Horn des medialen Meniskus. Des Weiteren wird die Gelenkbeweglichkeit vom caudalen Kreuzband, der Gelenkkapsel und den Kollateralbändern eingeschränkt.

Bedingt durch seine Anordnung in der Hintergliedmaße hat die ansetzende Muskulatur einen wichtigen Einfluss auf das Kniegelenk.

SLOCUM & DEVINE (1983) beschreiben den *Cranial Tibial Thrust (CTT)* als craniale Translationsbewegung der *Tuberositas tibiae* im kreuzbandinsuffizienten Kniegelenk, wenn das Sprunggelenk gebeugt wird und sich der *M. gastrocnemius* kontrahiert. Der *CTT* ist proportional zum Winkel des Tibiaplateaus (TPA) (*SCHULZ* 2007). Ursache ist die Neigung des Tibiaplateaus nach caudodistal und die so vorhandene schiefe Ebene. Mit dieser gleitet

die Tibia im kreuzbandinsuffizienten Kniegelenk relativ zum Femur gesehen unter Belastung nach cranial.

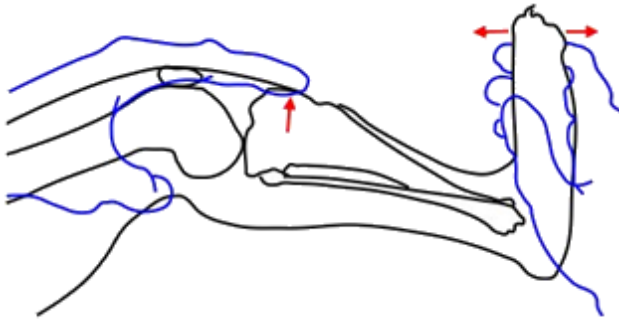


Abbildung 1: Tibiakompressionstest zur Darstellung des *Cranial Tibial Thrust* (modifiziert nach *FOSSUM* 2007)

2.3 Degenerative Veränderungen und Osteoarthritis im Zusammenhang mit der Ruptur des vorderen Kreuzbandes

Die Osteoarthritis beschreibt *JOHNSTON* (1997) als Syndrom, das durch pathologische Veränderung der Synovia und Arthrosenbildung gekennzeichnet ist. Ihr Fortschreiten ist im Gegensatz zu rheumatoiden Gelenkerkrankungen durch einen langsamer zunehmenden Krankheitsverlauf gekennzeichnet. Die Arthrosenbildung ist durch Veränderungen des Gelenkknorpels, Osteophytenbildung und Knochenumbau sowie durch Veränderungen des periartikulären Gewebes und einer damit einhergehenden nicht-eitrigen Entzündung gekennzeichnet. Einmalige heftige Traumata können Auslöser einer Osteoarthritis sein. Die Veränderungen in der Kollagenstruktur, vor allem im vorherrschenden Kollagen Typ I, der Verlust an Fibroblasten, die Metaplasie von Fibroblasten zu Chondroblasten und damit der Verlust der kollagenen Struktur des Kreuzbandes sind Ausdruck dieses Geschehens und reduzieren die Reißfestigkeit der Bandstruktur (*ARNOCZKY* 1980, *HAYASHI et al.* 2004). Dies wird durch klinische Schmerzäußerung deutlich (*JOHNSTON* 1997). Bei 51 von 150 untersuchten Kniegelenken willkürlich ausgewählter und getöteter Hunde können *TIRGARI & VAUGHAN* (1975) Hinweise auf Osteoarthritis finden. Davon weisen 20 Patienten (Teil-) Rupturen des vorderen Kreuzbandes, einen Meniskusschaden oder eine Patellaluxation als Ursache der Veränderungen auf. *BRUNNBERG et al.* (1992) schließen in ihrer Arbeit, dass

das Ausmaß der Arthrosen mit Alter, Gewicht, Rasse und vor allem Lahmheitsdauer korreliert. In ihrer Arbeit zeigen *HEFFRON & CAMPBELL* (1979), dass ein direkter Zusammenhang zwischen dem Lahmheitsgrad und dem Ausmaß der Osteophytenbildung nach röntgenologischem und arthrotomischem Bild bei 38 untersuchten Patienten besteht. Bei großen und übergewichtigen Hunden weisen sie eine verstärkte Osteophytenbildung nach.

2.4 Meniskopathie

Die Meniskopathie tritt beim Hund meist als Folgeerscheinung einer cranialen Kreuzbandruptur auf (*ARNOCZKY & MARSHALL* 1981, *FLO* 1993, *JACKSON et al.* 2001, *KÁSA et al.* 2001, *PAATSAMA* 1952). Bei 70 % der Hunde mit vorderem Kreuzbandriss tritt sekundär eine Meniskusläsion auf und ist ein wesentlicher Faktor, was sowohl Lebensqualität als auch finanzielle Kosten anbelangt. Eine primäre Verletzung der Menisken erleidet der Hund im Gegensatz zum Menschen seltener (*KÁSA et al.* 2001). Aufgrund seiner Verbindung mit dem *Lig. collaterale mediale* und der Gelenkkapsel kann der *Meniscus medialis* beim Kreuzbandriss den erhöhten Roll- und Gleitbewegungen weit geringer folgen als der laterale Meniskus (*ARNOCZKY* 1985). Daher kommt es besonders zu Zerreißungen und Ablösungen im Bereich des hinteren Horns des medialen Meniskus und seiner bandartigen Verbindungen (*FLO* 1985/1993, *TIMMERMANN et al.* 1998). *ARNOCZKY et al.* (1979) können in experimentellen Studien den Zusammenhang zwischen einem bestehenden Kreuzbandriss und einer sich einstellenden Schädigung des medialen Meniskus nachweisen. Je länger das Knie instabil ist, desto wahrscheinlicher ist das Auftreten einer Meniskopathie. *FLO* (1993) nimmt an, dass innerhalb von 6 Monaten nach einer Ruptur des cranialen Kreuzbandes neben den degenerativen Veränderungen im Gelenk auch der Meniskusschaden auftritt. *RALPHS & WHITNEY* (2002) beschreiben bei einer Studie mit 100 Kniegelenken, in denen eine (Teil-) Ruptur des cranialen Kreuzbandes vorliegt, die arthroskopisch untersucht wurden, dass in 77 % der Fälle ein Schaden des lateralen Meniskus vorhanden ist. 58 % haben Risse im medialen Meniskus. Sie konstatieren somit eine starke Assoziation von cranialen Kreuzbandrupturen und lateralen und medialen Meniskopathien. Als Ursache für die häufige Schädigung des lateralen Meniskus nennen diese Autoren die Rotationsbewegung und das Schubladenphänomen im kreuzbanddefizienten Kniegelenk. *FLO* (1993) dagegen geht bei lateralen Meniskopathien von primären Verletzungen aus. *CASE et al.* (2008) beschreiben,

dass von 26 Patienten mit einer Meniskopathie 17,2 % einen klinisch feststellbaren Meniskusklick als Anzeichen für das Umklappen des caudalen Horns des medialen Meniskus zeigen.

2.4.1 Meniskektomie / Teilmeniskektomie

Ob bei einer bestehenden Meniskopathie ein chirurgisches Vorgehen indiziert ist, wird in der Literatur unterschiedlich bewertet. *FLO* (1993) spricht sich gegen eine grundsätzliche totale Meniskektomie aus. Nach *VASSEUR* (1993) und *SLOCUM & SLOCUM DEVINE* (1998a) muss ein beschädigter Meniskus aus dem Gelenk entfernt werden, da ansonsten das Operationsergebnis gefährdet und die degenerative Gelenkveränderung beschleunigt wird. Auch *ARNOCZKY* (1985) betont die Notwendigkeit einer Entfernung verletzter Meniskusanteile. Er hält die Teil- oder Hemimeniskektomie des caudalen Horns des medialen Meniskus nur für notwendig, wenn es sich um longitudinale Risse, Ablösungen des Hinterhorns oder eine vollständige Zusammenhangstrennung handelt. *JACKSON et al.* (2001) raten von einer generellen Entfernung des Meniskus, insbesondere des intakten Meniskus ab. *LUTHER et al.* (2009) untersuchen den Effekt eines arthroskopisch durchgeführten medialen Meniskusrelease in intakten Kniegelenken und zeigen, dass 8 und 12 Wochen post operationem die Tiere eine stärkere Lahmheit als die Kontrollgruppe aufweisen und die radiologischen Anzeichen einer Gonarthrose bei den operierten Knien signifikant stärker sind. Sie zeigen, dass ein medialer Meniskusrelease zu Verlust von Gelenkknorpel, fortschreitender Meniskuspathologie und degenerativer Gelenkerkrankung sowie zu einer Lahmheit führt.

2.4.2 Meniskusrelease

Im Rahmen einer Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO) nach Slocum wird der mediale Meniskusrelease als Alternative zur Teilmeniskektomie beschrieben. Ziel ist es, den Keileffekt des medialen Meniskus im kreuzbandinsuffizienten Kniegelenk zu eliminieren (*PACCHIANA et al.* 2003, *SLOCUM & SLOCUM DEVINE* 1998b). Damit soll einer postoperativen Schädigung und damit einer möglichen Reoperation vorgebeugt werden. Es

werden verschiedene Lokalisationen zur Durchführung des Release von *SLOCUM & SLOCUM DEVINE* (1998a) als auch von *RALPHS & WHITNEY* (2002) angegeben. Eine mögliche Lokalisation für den Release stellt das *Lig. tibiale caudale menisci medialis* dar. Als Alternative geben die Autoren einen Schnitt durch den Meniskuskörper unmittelbar caudal des medialen Kollateralbandes nach medialer Arthrotomie an. Eine weitere Möglichkeit des Meniscal Release stellt die blinde Trennung von *Lig. collaterale mediale* und medialem Meniskus durch einen sagittalen Schnitt zwischen beiden Strukturen dar (*AUSTIN et al.* 2007).

THIEMAN et al. (2006) beschreiben, dass es in 6,3 % der Fälle zu einem Meniskusriss nach erfolgter TPLO kommt und dass ein *Meniscal Release* die Rate an nachträglichen Meniskusrissen nicht reduziert. Allerdings betrachten sie einen *Meniscal Release* als vorteilhaft. *KENNEDY et al.* (2005) beschreiben, dass sich sowohl beim axialen als auch beim abaxialen Meniskusrelease nach TPLO die Druckverhältnisse im caudalen Pol des medialen Meniskus gebessert haben.

POZZI et al. (2006) vermuten, dass eine TPLO an sich schon den medialen Meniskus schont, indem sie sowohl den *Cranial Tibial Thrust* als auch den Keileffekt des medialen Meniskus eliminiert. Sie erachteten den *Meniscal Release* in einem TPLO-stabilisierten Gelenk daher als nicht unbedingt indiziert. In einer Kadaverstudie mit 24 Kniegelenken untersuchen *POZZI et al.* (2008) die Druckverteilung im Kniegelenk nach einem medialen Meniskusrelease oder Hemimeniskektomie des caudalen Horn des medialen Meniskus bei der Tibial Plateaus Leveling Osteotomy. Sie stellen eine Konzentration der Belastung nach Meniskuschirurgie fest, was die Bildung von Arthrosen begünstigen kann. Sie raten dazu, einen intakten Meniskus im Kniegelenk zu erhalten.

Die Frage, ob ein Meniskusrelease, wie ihn *SLOCUM & SLOCUM DEVINE* (1998b) im Rahmen ihrer Tibial Plateau Leveling Osteotomy durchführen, der degenerativen Gelenkveränderung vorbeugt oder diese verlangsamt, kann jedoch bisher aufgrund fehlender Langzeitstudien nicht beantwortet werden.

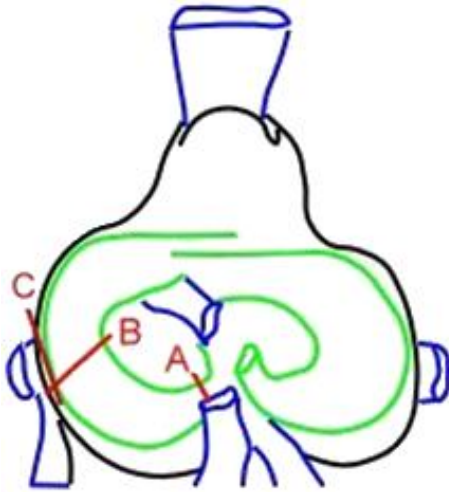


Abbildung 2: Meniscal Release

(A) Schnitt durch das *Lig. meniscotibiale mediale*

(B) Schnitt durch den Körper des *Meniscus medialis*

(C) Trennung von *Lig. collaterale mediale* und medialem Meniskus

(modifiziert nach FOSSUM 2007)

2.5 Symptomatik und Diagnose der Ruptur des cranialen Kreuzbandes und der Meniskopathie

Für die Diagnose „Ruptur des vorderen Kreuzbandes“ und einer möglichen damit einhergehenden Meniskopathie werden das Signalement, die Anamnese, die klinische Symptomatik, die Lahmheitsuntersuchung, die Ergebnisse bildgebender Verfahren und auch der Operationsbefund herangezogen.

Es lassen sich folgende Patientengruppen unterscheiden: Patienten mit einem akuten Schaden im Gegensatz zu Patienten mit einem chronischen Schaden. Patienten mit Teilruptur des cranialen Kreuzbandes stehen Patienten mit einer vollständigen Ruptur des vorderen Kreuzbandes gegenüber. Die vollständige Ruptur kann sowohl akut als auch chronisch vorliegen.

Die meisten Kreuzband-Patienten zeigen schon über längere Zeit eine Lahmheit unterschiedlichen Grades (VEZZONI *et al.* 2002). Solche Patienten weisen in der Regel schon degenerative Veränderungen auf, die auch röntgenologisch erfassbar sind (JOHNSON & HULSE 2002). Hier wird ein verhältnismäßig geringes Trauma als Ursache einer plötzlich eintretenden Lahmheitssymptomatik angesehen.

Bei der Patientengruppe mit Teilrupturen ergeben sich Schwierigkeiten bei der klinischen Lahmheitsuntersuchung. Zum einen zeigen diese Tiere nur eine geringgradige Lahmheit, die sich in Abhängigkeit von Dauer und Grad der Aktivität verstärken kann. Zum anderen ist die Gelenkinstabilität minimal, so dass klassische Untersuchungsmethoden der Lahmheitsdiagnostik nicht zu einer zufriedenstellenden Aussage führen müssen. Aufgrund meist fehlender Hinweise in der klassischen bildgebenden Diagnostik, sind diese Verfahren wenig hilfreich. Eine Magnetresonanztomographie (MRT) kann hier einen Verdacht erhärten. Problematisch ist die geringe Größe anatomischer Strukturen im Knie vor allem bei kleineren Hunden. Es ist davon auszugehen, dass das vordere Kreuzband mit der Zeit vollständig rupturiert. Im weiteren Krankheitsverlauf verstärken sich auch degenerative Veränderungen und klinische Symptomatik (*JOHNSON & HULSE 2002*).

Ein mit der Ruptur des vorderen Kreuzbandes auftretender Meniskusschaden wird häufig schon durch den Besitzer als klickendes oder knackendes Geräusch während des Laufens wahrgenommen (*KÁSA et al. 2001*).

Im Rahmen der Lahmheitsuntersuchung sind zwei Untersuchungstechniken, der Schubladentest und der Tibiakompressionstest (*HENDERSON & MILTON 1978*), von zentraler Bedeutung. Diese können durch weitere Untersuchungstechniken, wie den „Sitztest“ nach *SLOCUM & SLOCUM DEVINE (1998a)*, in ihrer Aussage unterstützt werden. Damit wird versucht, durch maximale Beugung der Kniegelenke eine Schädigung der Menisken festzustellen. Der Hund mit gesunden Kniegelenken sollte diese gleichmäßig beugen und sich auf beide Hinterbeine setzen. Wird die Gliedmaße seitlich weggestreckt und geht dies mit Schmerzäußerung oder gar Meniskusschnappen einher, ist ein Meniskusschaden wahrscheinlich. Neben diesen klassischen Untersuchungsmethoden wird auf weitere Anzeichen wie Muskelatrophie, Gelenkfüllung, mediale Verdickung (*medial buttress*, *SCHULZ 2007*) am Kniegelenk oder Pseudokrepitation geachtet.

2.6 Röntgenologische Untersuchung

Die Röntgenuntersuchung gilt auch heute noch als das am häufigsten angewendete bildgebende Verfahren im Rahmen der Lahmheitsdiagnostik. Dabei ist durch die Darstellung der knöchernen Anteile des Kniegelenks eine bestehende Osteophytenbildung zu erkennen. Das Ausmaß der degenerativen Veränderungen lässt in beschränktem Maße auch

Rückschlüsse auf die Dauer der Erkrankung zu. In der Literatur werden Zeiträume zwischen einer und neun Wochen nach einem Kreuzbandriss angegeben, in denen sich Osteophyten bilden (*JOHNSTON* 1997). Je nach Körpergewicht des Patienten treten diese schneller und deutlicher in Erscheinung. Besonders im Bereich des *Apex patellae*, der Femurrollkämme, des caudalen Tibiaplateaus und der Sesambeine treten diese Veränderungen auf (*BRUNNBERG et al.* 1992).

Des Weiteren kann auch der Kapselschatten im mediolateralen Strahlengang beurteilt werden. Dieser ist Ausdruck der Gelenkfüllung und der Verlagerung des *Corpus adiposum infrapatellare*. Eine Darstellung der Kreuzbänder oder Menisken ist im nativen Kniegelenk röntgenologisch nicht möglich. Neben Osteophytenbildung, Gelenkfüllung und Stellung von Tibia zu Femur können mit dem Röntgenbild mögliche andere Lahmheitsursachen, wie *Luxatio patellae*, Knochentumor und *Osteochondrosis dissecans femoris* festgestellt werden (*KIRBY* 1993).

2.7 Chirurgisches Vorgehen zur Versorgung der Ruptur des vorderen Kreuzbandes

Ziel aller Methoden ist die funktionelle Wiederherstellung des Kniegelenkes nach der Ruptur des cranialen Kreuzbandes (*WARZEE et al.* 2001). Wie sich der Erfolg der Wiederherstellung ausdrücken kann, wurde in zahlreichen Arbeiten untersucht. *SLOCUM & SLOCUM DEVINE* (1998b) beschreiben 5 Kriterien des Erfolges: volle Flexibilität des Kniegelenks und symmetrischer „Sitztest“, volle Wiederherstellung der Bemuskulung, Freiheit von Entzündungen, kein radiologisch feststellbares Fortschreiten von Osteoarthrosen sowie die volle Gliedmaßenfunktion 4 Monate post operationem.

Die Methoden zur operativen Versorgung können eingeteilt werden in intrakapsuläre und extrakapsuläre Rekonstruktionstechniken, in Korrekturosteotomien oder in die primäre Wiederherstellung bzw. das Ersetzen der Bandstruktur durch Implantate (*SCHULZ* 2007). Nach *ARAGON & BUDSBERG* (2005) gibt es zur Zeit von keiner singulären Methode zur Versorgung des cranialen Kreuzbandrisses ausreichend Datenmaterial, um zu sagen, dass sie dem Hund durchweg die normale Gliedmaßenfunktion wiederherstellt. *CONZEMIUS et al.* (2005) vergleichen 3 Methoden zur Versorgung des cranialen Kreuzbandrisses. Sie stellen fest, dass die Resultate der lateralen Fadenzügelung und der TPLO der intrakapsulären Stabilisierung überlegen bzw. ebenbürtig sind. *MOORE & READ* (1995) vergleichen intra-

und extrakapsuläre Techniken sowie die Fibulakopftransposition und stellen fest, dass sich unabhängig von der Methode bei bis zu 91 % eine Besserung einstellt, jedoch werden nur 50 % klinisch als geheilt angesehen, ca. 14 % behalten eine dauerhafte Lahmheit zurück.

Intra- und extrakapsuläre Techniken konzentrieren sich auf die Wiederherstellung des passiven Halteapparates des Kniegelenks.

Dabei wird bei der intrakapsulären Rekonstruktion meist autogenes Transplantat mittels „over-the-top“ Technik (ARNOCZKY *et al.* 1979) durch das Kniegelenk geführt oder man führt es durch vorgebohrte Löcher in Tibia und/oder Femur. Das meist verwendete Gewebe ist hier die *Fascia lata*.

Die extrakapsuläre Rekonstruktion beinhaltet die Stabilisierung durch das Anbringen von Haltebändern außerhalb des Gelenks, Raffung von periartikulärem Gewebe (DEANGELIS & LAU 1970), das Versetzen des lateralen Kollateralbandes oder des Fibulakopfes. Nach der Verwendung von resorbierbaren Fadenmaterialien oder einer insuffizienten Fixationstechnik kommt es durch die Bildung einer Gelenkkapselfibrose zu einer dauerhaften Stabilisierung (OLMSTEAD 1993). Bei der lateralen Retinakuloraphie (DEANGELIS & LAU 1970) werden ursprünglich zwei Zügel zwischen der lateralen *Fabella* und dem *Lig. patellae* geführt, die aus (teflonbeschichtetem) Polyester oder seltener aus chirurgischem Draht bestehen. Im Laufe der Jahre haben sich der Zügel und das verwendete Material verändert. FLO (1975) beschreibt die modifizierte laterale Retinakuloraphie zur Stabilisation des Kniegelenkes. Dabei werden nach der Arthrotomie des Kniegelenkes und einem „Cleaning Up“ Fadenzügel um das mediale und laterale *Os sesamoideum m. gastrocnemii* geführt. Die Fadenzügel werden durch einen transversalen Bohrkanal caudodistal des Ansatzes des *Lig. patellae* jeweils auf die Gegenseite geführt und unter Spannung wieder auf der Ursprungsseite verknotet. Dadurch verläuft ein Teil der beiden Zügel distal über das *Lig. patellae*. Es ist auch die einseitige (laterale oder mediale) Fadenzügelung beschrieben. Die Technik der Fadenzügelung wird von HENSCHER *et al.* (1981) verändert. Im Unterschied zu FLO (1975) werden 2 transversale Bohrkanäle caudodistal des Ansatzes des *Lig. patellae* gesetzt. Durch diese werden beide Fadenzügel geführt und jeweils auf der Gegenseite verknotet.

Zu den wichtigsten Korrekturosteotomien gehören die *Tibial Plateau Leveling Osteotomy* (TPLO), das *Tibial Tuberosity Advancement* (TTA), die *Tibial Wedge Osteotomy* (TWO) oder *Cranial Closing Wedge Osteotomy* (CCWO), auch *Cranial Tibial Wedge Osteotomy* (CTWO) genannt, sowie die *Triple Tibial Osteotomy* (TTO) (BRUCE *et al.* 2007).

Die TPLO (*SLOCUM & SLOCUM* 1993) verändert die Mechanik des Kniegelenks, um so das craniale Kreuzband in seiner Funktion überflüssig zu machen (*REIF et al.* 2002, *WARZEE et al.* 2001) und dadurch eine dynamische craniocaudale Stabilität während der Abstützphase des Ganges zu gewährleisten (*KIM et al.* 2008).

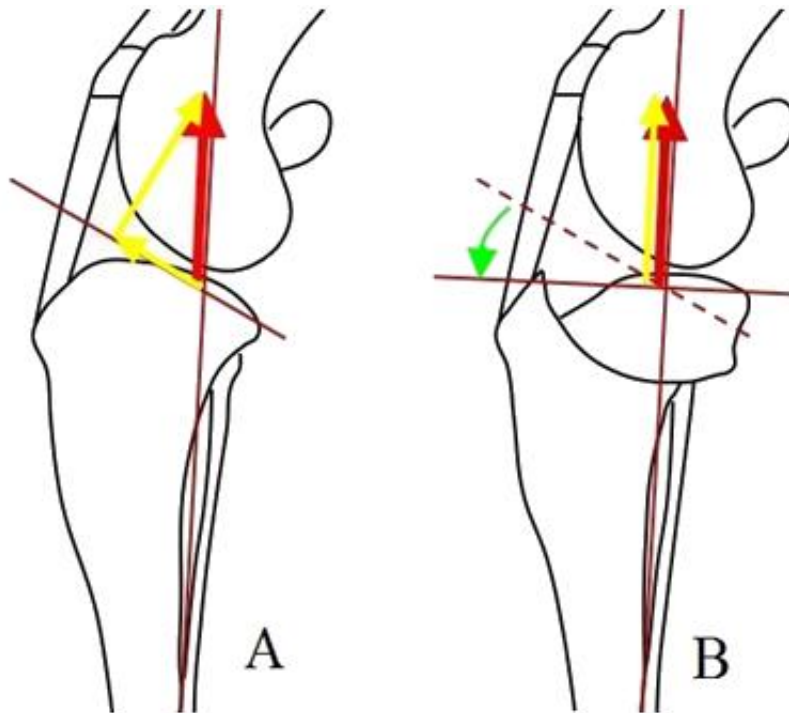


Abbildung 3: (A) Kräfteverhältnisse im Kniegelenk mit Kreuzbandinsuffizienz

Als roter Pfeil ist hier die Gelenkreaktionskraft dargestellt, sie verläuft parallel zur Tibiaachse. Als gelber Pfeil ist die Gelenkkompressionskraft eingezeichnet, sie verläuft senkrecht zum Tibiaplateau. Im kreuzbandinsuffizienten Kniegelenk findet die Gelenkreaktionskraft Ausdruck in einer cranial gerichteten Scherkraft und der Gelenkkompressionskraft (gelbe Pfeile).

(B) Zustand nach Tibial Plateau Leveling Osteotomy

Nach Umstellungsosteotomie sind die Gelenkkompressionskraft und Gelenkreaktionskraft deckungsgleich, es besteht kein craniocaudaler Vektor mehr.

(modifiziert nach *KIM* 2008)

Die TWO, CTWO oder CCWO (*SLOCUM & DEVINE* 1984) sind Vorläufer der TPLO, und wurden ursprünglich für die Behandlung großer Tibiaplateauwinkel bei Hunden entwickelt. Wie bei der TPLO ist das Ziel, den Tibiaplateauwinkel soweit zu reduzieren, dass die Kräfte entlang der Tibiaachse und die Kompressionkräfte im Kniegelenk auf einer Achse deckungsgleich sind, und der *Cranial Tibial Thrust* so eliminiert wird. Dabei wird ein cranial basierender Keil aus der proximalen Tibia entfernt, und die Osteotomieränder mittels Platte nach AO-Prinzipien aufeinander fixiert. Auch hier wird ein postoperativer Tibiaplateauwinkel

von 5° angestrebt (*APELT et al. 2005*). Als Nachteil der distaleren Lokalisation der Osteotomie wird der Ansatz des *Ligamentum patellae* nach cranial, vor allem aber nach distal verlagert. So sind Komplikationen im Zusammenhang mit der Extension im Kniegelenk möglich. Außerdem erwies es sich als schwierig, den angestrebten postoperativen Tibiaplateauwinkel zu erreichen (*KIM et al. 2008*).

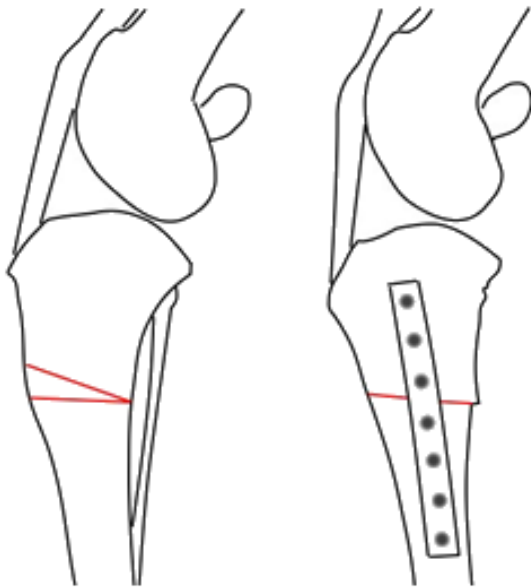


Abbildung 4: Cranial Closing Wedge Osteotomy (CCWO/ TWO)
(modifiziert nach *KIM 2008*)

Mit dem *Tibial Tuberosity Advancement* (*MONTAVON et al. 2002*) versucht man, den *Cranial Tibial Thrust* zu eliminieren, indem die Patellarsehne orthograd zum Tibiaplateau und den Scherkräften im Kniegelenk positioniert wird. Dies eliminiert die tibiofemorale Scherkräfte unter normaler Belastung der Pfote (*TEPIC et al. 2002*). Bei der TTA wird zunächst unmittelbar caudal der *Tuberositas tibiae* eine längs verlaufende Osteotomie durchgeführt. Ein passender Cage (Platzhalterkäfig aus Metall) wird am proximalen Ende der Osteotomie in den Spalt implantiert. Dieser ist in verschiedenen Standardgrößen (3, 6, 9 und 12 mm) sowie diversen Zwischengrößen verfügbar. Er wird in Abhängigkeit von der präoperativen Messung für einen Kniewinkel von circa 135° gewählt (*DENNER et al. 2006*). Eine Spannbandplatte an der medialen Fläche der Tibia dient der weiteren Stabilisation. Ein autogenes oder allogen Knochentransplant kann in der entstandenen Lücke eingebracht werden, um den Schluss des Defekts eventuell zu beschleunigen (*MONTAVON et al. 2002*). *APELT et al. 2007*) zeigen, dass ein Patellarsehnen-Tibiaplateauwinkel von $90 \pm 9^\circ$ erforderlich ist, um den *Cranial Tibial Thrust* zu eliminieren.

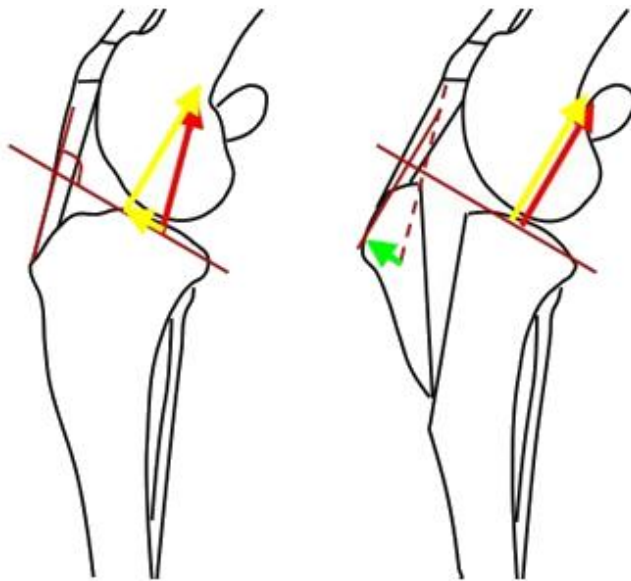


Abbildung 5: Kräfteverhältnisse im Kniegelenk mit Kreuzbandinsuffizienz (modifiziert nach KIM 2008)

2.8 Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO) nach SLOCUM & SLOCUM (1993)

Die Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO) wird von SLOCUM & SLOCUM (1993) erstmals beschrieben. Die Operationstechnik wurde patentiert (US Patent Nr.: 4.667.973).

Für das Verständnis dieser Methode ist es wichtig, die Funktion des vorderen Kreuzbandes und die anatomischen Gegebenheiten des Kniegelenks zu verdeutlichen. Grundlage für die Methode nach SLOCUM & SLOCUM (1993) ist die Arbeit über den Tibiakompressionstest von HENDERSON & MILTON (1978).

Das intakte vordere Kreuzband wirkt bei der Belastung der Hintergliedmaße dem cranialen Tibiaschub oder *Cranial Tibial Thrust* entgegen. Dieser entsteht durch die caudale Neigung des Tibiaplateaus, die runde Form der Femurkondylen sowie durch die von dem *M. quadriceps* cranial und der langen Sitzbeinmuskulatur caudal ausgehende Kraftentwicklung zwischen Tibia und Femur. Dabei verschiebt sich die Tibia bei Krafteinwirkung entlang der schiefen Ebene (Abbildung 3) im Verhältnis zu den Femurkondylen nach cranial.

Durch die Verringerung des Tibiaplateauwinkels werden die nicht antagonisierten Scherkräfte im Kniegelenk mit Kreuzbandruptur in Kompressionskräfte verwandelt. Die vorher

vorhandenen Scherkräfte im kreuzbandinsuffizienten Kniegelenk treten bei Belastung der Gliedmaße nicht mehr auf. Die individuell differierenden Tibiaplateauwinkel werden am Röntgenbild gemessen. Für die Korrektur des Tibiaplateaus ist die Frage nach Varus- oder Valgusstellung der Gliedmaße wichtig, damit deutliche Abweichungen vor der Fixation durch die Platte egalisiert werden.

2.8.1 Chirurgisches Vorgehen

Der Patient erhält eine Allgemeinanästhesie sowie eine epidurale Anästhesie. Das Knie wird geschoren, entfettet, desinfiziert. Der Zugang erfolgt von medial, die Schnittführung beginnt ausreichend proximal des Tibiaplateaus, auf Höhe der *Tuberositas supracondylaris medialis*, und wird bis zur doppelten Distanz Tibiaplateau – Ende der *Tuberositas tibiae* nach distal fortgeführt. Dabei werden die Haut und das Unterhautgewebe durchtrennt. Es folgt die Darstellung des Ansatzes des cranialen Anteils des *M. sartorius*. Dieser wird cranial mit der *Fascia genu* durchtrennt, abgelöst und nach caudal geklappt. Mediales Kollateralband und caudaler Teil der proximalen Tibia sind sichtbar. Es können eine mediale Miniarthrotomie sowie ein Meniskusrelease durchgeführt werden. Mit einem Einzelheft wird der mediale Gelenkzugang verschlossen. Nach der Präparation des *M. popliteus* von der Tibia, wird die präparierte Wundhöhle mit Wundkompressen tamponiert oder die caudalen Weichteile werden mit einem Wundsperrer von der Tibia weggehalten, um caudal verlaufende Nerven und Gefäße vor dem Sägeblatt zu schützen. Desweiteren wird die Patellarsehne freigelegt, um sie während der Osteotomie zu schützen. Um eine iatrogene Fehlstellung der Gliedmaße durch Verkippen des Tibiaplateaus nach Durchsägen zu vermeiden, wird ein „TPLO-Jig“ mit Hilfe zweier eingebrachter Kirschnerbohrdrähte fixiert.

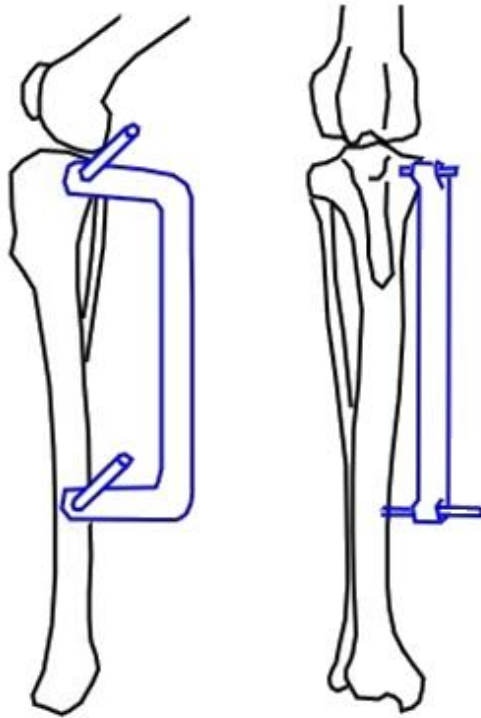


Abbildung 6: Platzierung des Jig in der Tibia (in mediolateraler und craniocaudaler Ansicht) (modifiziert nach *FOSSUM* 2007)

Anschließend wird mit der oszillierenden Säge von medial nach lateral mit einem in 2 Ebenen zur Tibia senkrechten halbkreisförmigen Schnitt das Tibiaplateau abgetrennt. Vor einem vollständigen Durchsägen wird die beabsichtigte Schwenkung angezeichnet. Bei der Wahl des Sägeblattes ist darauf zu achten, dass der Schnitt cranial der Tibiaplateaus endet. Der Mittelpunkt des durch das Sägeblatt beschriebenen Kreisschnittes sollte möglichst nahe am Gelenkmittelpunkt liegen. Dieser entspricht dem Ansatz des medialen Kollateralbandes. Abweichungen vom Mittelpunkt oder vom rechten Winkel verursachen eine fehlerhafte Korrektur mit Valgus- und Varusstellungen der Tibia. Eine zu weit proximal gelegene Schnittführung führt zu einem zu kleinen rotierbaren Tibiakopf, der die Platzierung der TPLO-Platte schwierig machen kann. Es ist beim Schnitt darauf zu achten, dass ausreichend viel der *Tuberositas tibiae* stehen bleibt, um Avulsionsfrakturen vorzubeugen.

Nach vollständiger Osteotomie folgt die Rotation des Tibiaplateaus mit einem Steinmannnagel auf den errechneten Tibiaplateauwinkel von $6,5 \pm 0,9^\circ$ (*WARZEE et al.* 2001). Diese Position wird mit einem Kirschnerbohrdraht temporär oder dauerhaft fixiert. Zur belastungsstabilen Osteosynthese wird von medial eine spezielle TPLO-Platte angebracht.

Es folgt der 3-schichtige Wundverschluss. Postoperative Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen dienen der Kontrolle der durchgeführten Korrekturen.

2.9 Winkelstabile Platten

„Unter einer winkelstabilen Osteosynthese wird ein System verstanden, bei dem die im Knochen verankerten Schrauben mit einem die Fraktur überbrückenden Träger verbunden sind, so dass sie sich gegenüber diesem nicht im fixierten Winkel verschieben können“ (KÖSTLER *et al.* 2005). Erfahrung mit diesen Systemen besteht vor allem in der Humanmedizin.

Die Stabilität des Systems beruht nicht, wie bei der konventionellen Plattenosteosynthese, auf Kompressionskräften und dem Oberflächenkontakt zum Knochen (Haftreibungskraft), sondern auf der Winkelstabilität der Schrauben-Platten-Verbindung im Sinne eines *Fixateur interne*. Mechanisch handelt es sich im nicht winkelstabilen Fall (bei konventionellen Plattenosteosynthesen) um eine Schraubenverbindung, bei der die beiden Bauteile durch axiale Vorspannung der Schraube durch das Hineindrehen des Gewindes aufeinander gepresst werden (SEIDE *et al.* 1999). „Die Anpresskraft ist eine Funktion des Schraubenanzugmoments. Die Lastübertragung quer zur Schraubenachse erfolgt durch Scherkräfte. Im Falle eines winkelstabilen Platten-Schrauben-Interfaces entsteht eine Konstruktion im Sinn eines einseitig eingespannten Balkens, welche eine Last vom Knochen auf die Platte überträgt. Als mechanische Parameter sind hier insbesondere der Hebelarm der angreifenden Last und die Festigkeit im Bereich des Schraubenkopfes, wo die maximale Biegebeanspruchung auftritt, zu nennen“ (SEIDE *et al.* 1999). Durch die in der Platte blockierenden Schrauben entsteht ein internes Haltesystem, das nicht auf die „ziehende“ Haltekraft der Schrauben angewiesen ist. Deshalb ist es auch bei weniger Schrauben, kleineren Fragmenten und schwächerer Knochenqualität wirksam (HÖNTZSCH 2004). Ein Anpressen der Platte an den Knochen ist nicht erforderlich (SEIDE *et al.* 1999). Das winkelstabile Implantat kann „schwebend“ über dem Knochen im Sinne einer *Fixateur interne* angebracht werden. In der Humanmedizin fanden winkelstabile Implantate zuerst ihren Einsatz bei gelenknahen Frakturen in Problemzonen wie distalem Femur, Femurkondylen, Tibiakopf und proximalem Tibiaschaft (HÖNTZSCH 2004) sowie im Wirbelsäulenbereich (KÖSTLER *et al.* 2005). Der Gelenkblock kann mit winkelstabilen Implantaten wesentlich besser gehalten werden als mit konventionellen Schrauben (HÖNTZSCH 2004). In der Humanmedizin und zunehmend in der Tiermedizin sind winkelstabile Platten sehr erfolgreich und verbreitet, weil sie schwer zu fassende und/oder zu erreichende Fragmente stabil greifen und abstützen können (HÖNTZSCH 2004). SEIDE *et al.* (1999) zeigen am distalen Femur,

dass die zu erwartende Festigkeitserhöhung eines winkelstabilen Systems gegenüber einem konventionellen System bei stabilem Knochenmaterial, wie es im Bereich der proximalen Tibia vorhanden ist, gering ausfällt. Sie gehen allerdings davon aus, dass durch Verlust der Anpresskraft im Verlauf der Knochenheilung auch hier die Winkelstabilität mit ihrer höheren Ausreißfestigkeit an Bedeutung gewinnt. Bei Anbringen von drei winkelstabilen Schrauben im Bereich des Femurkondylus erhöhte sich die Steifigkeit des Systems nicht, allerdings verdreifacht sich die Haltefestigkeit. Sie zeigen außerdem, dass bei winkelstabil in der Platte fixierten Schrauben am *Condylus femoris* eine zusätzliche Lastübertragung durch 3-Punkt-Lagerung stattfindet. Hier liegt der wesentliche Unterschied in der Tatsache, dass die Zugkräfte der gelenknahen Schrauben auch ohne feste Platten-Schrauben-Verbindung übertragen werden. Die auf den Kopf der fraktur nahen Schraube wirkende Druckkraft wird bei einer herkömmlich eingebrachten Schraube demgegenüber nicht übertragen. Da sich die biomechanischen Eigenschaften von distalem Femur und Tibiakopf gleichen (HÖNTZSCH 2004), können die Ergebnisse auf die proximale Tibia übertragen werden.

Auch ist eine optimale Platzierung der Platte auf dem Knochen nicht immer möglich bzw. nur unter hohem Zeitaufwand. Die Anforderungen eines winkelstabilen Systems an die Unterlage sind wesentlich geringer, außerdem wird eine monokortikale Implantation möglich.

„Um die Vorteile einer stabileren Schraubenverankerung nutzen zu können, ist auf ausreichende Dimensionierung und Materialqualität des Implantatmaterials zu achten. Dies betrifft sowohl die Dimensionierung von Platten und Schrauben als auch die konstruktive Ausführung der Schrauben im subkapitalen Bereich“ (SEIDE *et al.* 1999).

Eine verminderte Durchblutung des Periosts bei konventionellen Platten kann unter der angepressten Platte Komplikationen wie eine verzögerte Knochenheilung oder Infektionen begünstigen. Durch die erforderliche Kompression kommt es zur Minderdurchblutung und Nekrose des Plattenbettes, was neben der Infektionsgefahr die Wahrscheinlichkeit einer Implantatlockerung erhöht. Dies führt zu fortschreitender Instabilität und Mikrogefäßzerreißen im Frakturspalt und damit weiteren Komplikationen. Da winkelstabile Platten dem Knochen nicht direkt anliegen müssen und eine hohe Stabilität erzeugen, kann dieser Teufelskreis durch eine gefäßschonende und stabile Osteosynthese durchbrochen werden (HÖNTZSCH 2004).

2.10 Bisherige Ergebnisse und Erfahrungen mit der Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO) nach SLOCUM & SLOCUM (1993)

Eine Reihe von Untersuchungen beschäftigt sich speziell mit methodenbedingten Fragestellungen und Komplikationen der TPLO.

Studien von *CAYLOR et al.* (2001) und *FETTIG et al.* (2003) zeigen die Unterschiede, die bei der Bestimmung des Tibiaplateauwinkels am Röntgenbild im mediolateralen Strahlengang zwischen unterschiedlichen Untersuchern auftreten können und bis zu 5° betragen. Bei entsprechender Operations- und Messerfahrung ergeben sich aber besser übereinstimmende Messergebnisse. Selbst bei der wiederholten Beurteilung ein und derselben Röntgenaufnahme durch denselben Untersucher können Abweichungen von bis zu 3° festgestellt werden.

Den Einfluss der Wahl der Meßpunkte auf die Winkelbestimmung untersuchen *BARONI et al.* (2003) durch den Vergleich der konventionellen Meßpunkte (*SLOCUM & SLOCUM* 1993) am Röntgenbild und den am anatomischen Präparat definierten Punkten. Sie stellen fest, dass die konventionelle Winkelbestimmung am Röntgenbild dem tatsächlich am Knochen bestimmten Winkel nicht entspricht und als zu klein angegeben wird. Sie sprechen sich für eine Änderung der konventionellen Meßpunkte aus. Als Meßpunkt schlagen sie den Kontaktpunkt zwischen Femur und medialem Tibiakondylus vor.

ODDERS et al. (2004) röntgen bis zum Schluss der proximalen und distalen Tibiaepiphysenfuge 10 Labrador Retriever und 20 Labradormischlinge ab einem Lebensalter von acht Wochen im Abstand von 2 Monaten, um den frühestmöglichen Zeitpunkt zur Bestimmung des Tibiaplateauwinkels beim ausgewachsenen Hund festzustellen. Ihrer Arbeit nach lässt sich der Tibiaplateauwinkel ab dem 90. Lebensstag definitiv bestimmen.

Die Bedeutung und Auswirkungen von Abweichungen in der Sägeschnittführung auf die Gliedmaßenachse und die Rotationsneigung der Tibia im Verhältnis zum korrigierten Tibiaplateauwinkel nach TPLO untersuchen *WHEELER et al.* (2003). Sie stellen Abweichungen im Zusammenhang mit anatomischen Besonderheiten, einer fehlerhaften Schnittführung und Plattenfixation fest. Am häufigsten entstehen hier Gliedmaßenabweichungen im Sinne einer Valgusstellung und Innenrotation.

PRIDDY et al. (2003) dokumentieren in einer retrospektiven Studie Komplikationen bei 193 Hunden mit insgesamt 253 Operationen bei ein- oder beidseitiger TPLO. Dabei treten bei 24,4 % der Hunde Komplikationen auf und bei 20,6 % der TPLOs. Die Komplikationsrate bei den 30 Tieren, die einer beidseitigen TPLO in einer Narkose unterzogen wurden, ist damit

höher, als die bei den 133 Tieren mit einer einseitigen TPLO oder den 30 Hunden, die zwei TPLOs in unterschiedlichen Narkosen bzw. Operationen erhalten. Zu den häufigsten perioperativen Komplikationen zählt ein gebrochener Bohrer (7 Patienten), die Fibulahalsfraktur (6 Patienten) und dreimal eine Tibiafraktur. Nach Entlassung entwickeln 14 Patienten eine Osteomyelitis, bei je 6 Patienten kommt es zur Fraktur der *Crista tibiae* (= *Margo cranialis*) oder zu einer Infektion der Operationsgebietes. Alle Tuberositasfrakturen werden im Rahmen der 6 bis 8 Wochen Kontrolle radiologisch festgestellt, keine erfordert einen chirurgischen Eingriff. Sie zeigen desweiteren, dass die meisten Komplikationen mit entsprechender Behandlung erfolgreich therapierbar sind. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen *PACCHIANA et al.* (2003). Sie untersuchen 346 Patienten mit 397 TPLOs und beschreiben bei 113 Operationen insgesamt 136 Komplikationen, was einer Komplikationsrate von 28 % entspricht. Bei 10 Hunden liegen multiple Komplikationen vor. In 19 Fällen war eine Re-OP erforderlich. Sie zeigen außerdem auf, dass Komplikationen signifikant mit der Rasse und einer durchgeführten Arthrotomie korrelieren. 46 % der Komplikationen im Zusammenhang mit der Wunde liegen im Zeitraum von 14 Tage post operationem. Eine Fraktur der *Tuberositas tibiae* mit einer Verlagerung nach caudal tritt nach Untersuchungen von *KERGOSIEN et al.* (2004) nur bei drei von 219 (1,4 %) operierten Kniegelenken auf. Eine Fraktur ohne Verlagerung kommt bei 16 weiteren Patienten (7,3 %) vor. Als Risikofaktoren identifizieren sie eine bilaterale TPLO in einer Narkose, das Körpergewicht vor allem im Verhältnis zur Dicke der *Tuberositas tibiae* sowie das Alter. *STAUFFER et al.* (2006) untersuchen eine Gesamtanzahl von 696 TPLOs und stellten eine Komplikationsrate von 18,8 % fest. Auch hier ist diese signifikant höher nach einer durchgeführten Arthrotomie. Als häufigste Komplikation treten bei 43 Hunden Ödeme und Hämatome vor allem im Wundbereich auf. Die wichtigste Langzeitkomplikation ist die Tuberositasfraktur bei 28 Patienten (4 %), die im Allgemeinen 2 bis 6 Wochen post operationem mit akuter Lahmheit auftritt. Es folgt die Verdickung der Patellarsehne mit 3 %, vor allem 5 bis 8 Wochen post operationem. Einmal wird auch eine Tibiafraktur in Zusammenhang mit einer TPLO als Folge eines Treppensturzes erwähnt. Die Verdickung der Patellarsehne post TPLO wird im Schrifttum mit 14 bis 80 % der Fälle angegeben (*CAREY et al.* 2005, *PACCHIANA et al.* 2003, *STAUFFER et al.* 2006). Als Risikofaktoren werden ein teilweise intaktes Kreuzband (Teilruptur des cranialen Kreuzbandes), eine craniale Osteotomie und die Tuberositasfraktur beschrieben. Auch der temporäre Fixationspin in der *Tuberositas tibiae*

kann eine Rolle spielen. Nur 3,0 bis 7,4 % dieser Patienten zeigen klinische Anzeichen einer Tendinopathie des *Lig. patellae*.

RAYWARD et al. (2004) dokumentieren die Zunahme arthrotischer Zubildungen im Kniegelenk nach Tibial Plateau Leveling Osteotomy und Meniscal Release. Bei 16 von 40 kontrollierten Hunden finden sie eine signifikante Zunahme der Arthrosen im Kniegelenk 6 Monate post operationem. Sie sehen einen signifikanten Zusammenhang zwischen einem vorhandenen Meniskusschaden und dem Grad der Arthrosen. Tiere mit Meniskusschaden haben stärkere Arthrosen. Bei der Zunahme der Arthrosen über einen Zeitraum von 6 Monaten fallen diese Patienten allerdings nicht besonders auf. *LINEBERGER et al.* (2005) zeigen, dass die Zunahme von Arthrosen in Kniegelenken, die einer TPLO und einer parapatellaren Arthrotomie unterzogen wurden, signifikant höher ist, als in Kniegelenken, an denen eine mediale, caudale Arthrotomie durchgeführt wurde. Die arthrotischen Veränderungen nehmen allerdings in beiden Gruppen zu.

HURLEY et al. (2007) untersuchen in 233 Fällen radiologisch das Fortschreiten von Anzeichen für eine degenerative Gelenkerkrankung (mediale Weichteilverdickung, Verdickung der Patellarsehne, Arthrose, Sklerose, etc.) und kommen zu dem Ergebnis, dass eine geringe aber signifikante Zunahme degenerativer Veränderungen 8 Wochen post operationem im Vergleich zu präoperativen Aufnahmen zu verzeichnen ist. Bei 22,7 % der Hunde stellen sie jedoch eine Abnahme der degenerativen Anzeichen fest. Als mittleren postoperativen Tibiaplateauwinkel messen sie $6,4^\circ \pm 2,9^\circ$. Dieser nimmt bei den Kontrollaufnahmen 8 Wochen post operationem signifikant zu ($7,8^\circ \pm 3,7^\circ$). Sie gehen davon aus, dass die arthrotischen Veränderungen zu einem späteren Zeitpunkt gravierender sind, was durch die Studie von *LAZAR et al.* (2005) gestützt wird. Diese untersuchen 12 Monate nach TPLO-Operationen radiologische Veränderungen dieser Kniegelenke. *MOELLER et al.* (2006) stellen ebenfalls eine Zunahme des postoperativen Tibiaplateauwinkels um $1,5^\circ$ fest. *LEITNER et al.* (2008) untersuchen im Kadavermodell die Fähigkeiten von konventionellen und Verriegelungsschrauben, die intraoperativ erreichte Position des Tibiaplateaus aufrecht bzw. unverändert zu erhalten. Dazu vergleichen sie den Tibiaplateauwinkel und Translation des Tibiaplateaus direkt post operationem und nach mehreren Belastungszyklen. Sie stellen eine signifikant stärkere Zunahme des Tibiaplateauwinkels bei konventionellen Schrauben (bis zu $4,4^\circ$) im Vergleich zu Verriegelungsschrauben (bis zu $1,1^\circ$) fest. Die Translation der Tibia auf die Platte zu ist bei konventionellen Schrauben ($1,6 \text{ mm} \pm 0,6 \text{ mm}$) signifikant größer als bei Verriegelungsschrauben ($0,1 \text{ mm} \pm 0,8 \text{ mm}$). Dies deckt sich mit Ergebnissen

von *CONKLING et al.* (2010), die ebenfalls konventionelle und Verriegelungsschrauben im Hinblick auf die Aufrechterhaltung des Tibiaplateauwinkels untersuchen. Die Gruppe der konventionellen Schrauben zeigt in der 8 Wochen Röntgenkontrolle eine Zunahme des Tibiaplateaus um $2,59^\circ \pm 0,31$, bei der Gruppe der Verriegelungsschrauben eine Zunahme um $1,29^\circ \pm 0,22$. Die zweite Gruppe enthält außerdem eine signifikant höhere Anzahl von Patienten mit vollständiger Knochenheilung 8 Wochen post operationem als die erste Gruppe. Diese Studien zeigen die Überlegenheit der Verriegelungsschrauben im Bezug auf die Aufrechterhaltung der postoperativen Position des Tibiaplateaus. Außerdem demonstrieren *CONKLING et al.* (2010) den positiven Einfluss des Einsatzes von Verriegelungstechnik auf die Knochenheilungszeit durch eine größere Stabilität.

3 Material und Methoden

3.1 Material

3.1.1 Patientengruppen

Im Rahmen dieser Studie wurden insgesamt 76 Hunde mit ein- und beidseitiger (Teil-) Ruptur des vorderen Kreuzbandes untersucht. Die Patienten wurden in der Zeit von März 2008 bis April 2010 im Klinikum Veterinärmedizin, Klinik für Kleintiere - Chirurgie, der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Diagnostik und chirurgischer Versorgung vorgestellt und behandelt. Es wurden 80 Operationen an 76 Hunden durchgeführt.

Gruppe 1:

Diese Gruppe umfasst 26 Operationen bei Patienten mit einer (Teil-)Ruptur des cranialen Kreuzbandes. Bei Ihnen wurde die TPLO mit einer Verriegelungsplatte der Firma Synthes fixiert. Die Operation erfolgte ausschließlich durch einen in der TPLO-Technik überdurchschnittlich erfahrenen Kollegen.

Gruppe 1a:

Bei diesen Operationen der Gruppe 1 wurde kein Meniscal Release durchgeführt. Sie umfasst 24 Operationen.

Gruppe 1b:

Bei diesen Operationen der Gruppe 1 wurde nach klinisch diagnostiziertem Meniskusschaden ein Meniscal Release durchgeführt. Sie umfasst 2 Operationen.

Gruppe 2:

Diese Gruppe umfasst 12 Operationen bei Patienten mit einer (Teil-) Ruptur des cranialen Kreuzbandes. Bei Ihnen wurde die TPLO mit einer Verriegelungsplatte der Firma New Generation Devices (NGD) fixiert. Die Operation erfolgte durch denselben Kollegen wie in Gruppe 1.

Gruppe 2a:

Bei diesen Operationen der Gruppe 2 wurde kein Meniscal Release durchgeführt. Sie umfasst 10 Operationen.

Gruppe 2b:

Bei diesen Operationen der Gruppe 2 wurde nach klinisch diagnostiziertem Meniskusschaden ein Meniscal Release durchgeführt. Sie umfasst 2 Operationen.

Gruppe 3:

Diese Gruppe umfasst 33 Operationen bei Patienten mit einer (Teil-) Ruptur des cranialen Kreuzbandes. Bei Ihnen wurde die TPLO mit einer Verriegelungsplatte der Firma Synthes fixiert. Die Operation erfolgte durch zwei in der TPLO erfahrene Kollegen (Residents des European College of Veterinary Surgeons).

Gruppe 3a:

Bei diesen Operationen der Gruppe 3 wurde kein Meniscal Release durchgeführt. Sie umfasst 18 Operationen.

Gruppe 3b:

Bei diesen Operationen der Gruppe 3 wurde nach klinisch diagnostiziertem Meniskusschaden ein Meniscal Release durchgeführt. Sie umfasst 15 Operationen.

Gruppe 4:

Diese Gruppe umfasst 9 Operationen bei Patienten mit einer (Teil-) Ruptur des cranialen Kreuzbandes. Bei Ihnen wurde die TPLO mit einer Verriegelungsplatte der Firma New Generation Devices (NGD) fixiert. Die Operation erfolgte durch zwei in der TPLO erfahrene Kollegen (Residents des European College of Veterinary Surgeons).

Gruppe 4a:

Bei diesen Operationen der Gruppe 4 wurde kein Meniscal Release durchgeführt. Sie umfasst 5 Operationen.

Gruppe 4b:

Bei diesen Operationen der Gruppe 4 wurde nach klinisch diagnostiziertem Meniskusschaden ein Meniscal Release durchgeführt. Sie umfasst 4 Operationen.

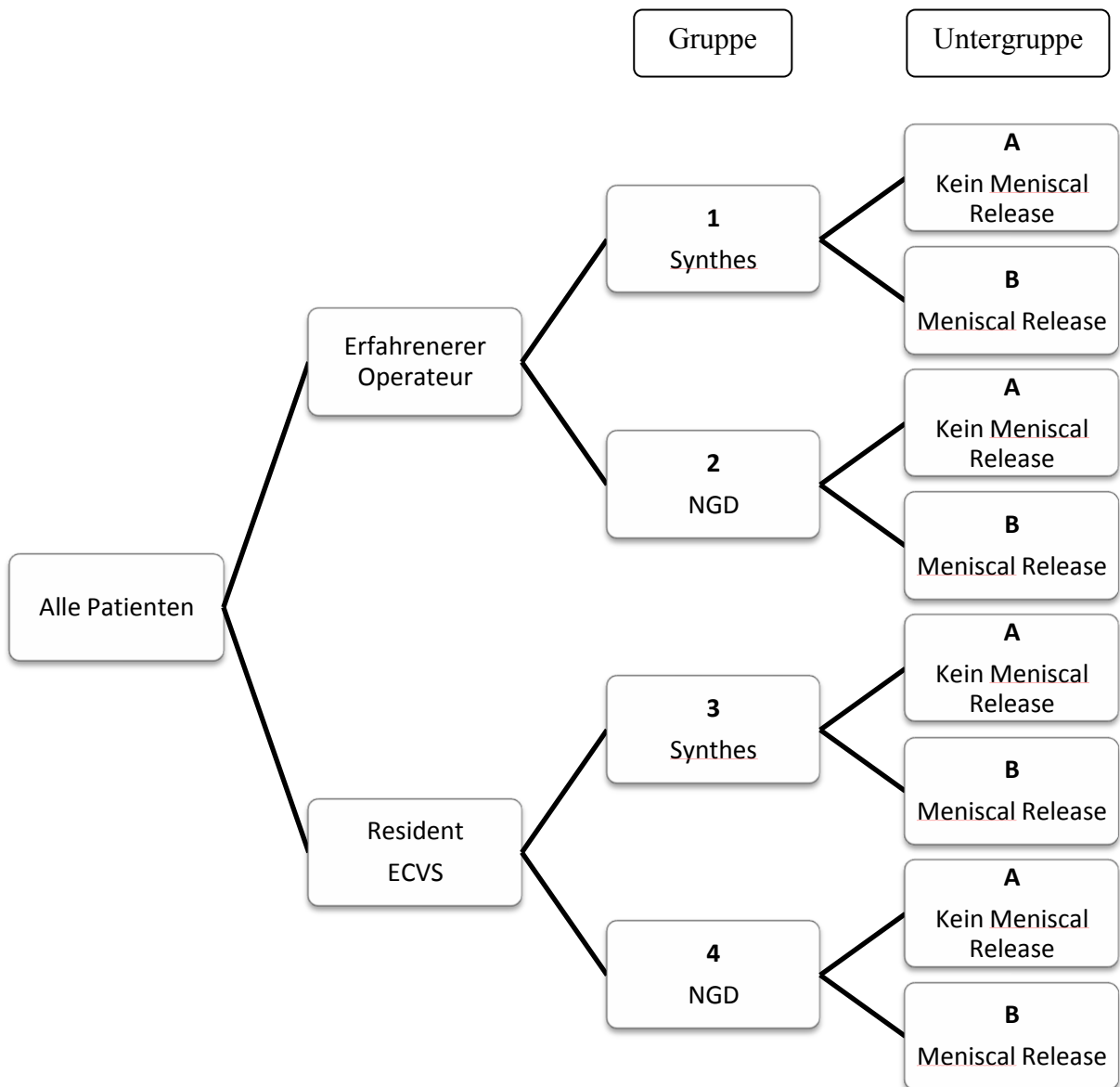


Abbildung 7: Schema der Patientengruppen (s. o.)

3.1.2 Winkelstabile Implantate zur Fixation der TPLO

3.1.2.1 TPLO-Verriegelungssystem der Firma Synthes

Die Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Plate^{®1} ist aus 316L rostfreiem Implantatstahl gefertigt. Sie ist als linke und rechte Version verfügbar. Sie wird nach AO/ASIF-Prinzipien gefertigt und ist der Fläche der proximalen medialen Tibia angepasst vorgeformt. Der Kopf der Platte ist verbreitert, um eine höhere Stabilität zu gewährleisten. Der Steg ist verlängert, um den Spielraum beim Anbringen der Platte zu erhöhen. Am caudalen Rand des Plattenkopfes befindet sich eine Aussparung für den Jig-Pin bzw. zum Schutz des *Lig. collaterale mediale*. Die Platte besitzt im Bereich des Schaftes, der distal zu liegen kommt, knochenseitig Auskehlungen, um dem *low contact* Prinzip einer minimierten Kontaktfläche zwischen Knochen und Implantat gerecht zu werden. Dies dient der Schonung der periostalen Gefäßversorgung und dem Schutz des darunter befindlichen Knochens vor großflächigen Drucknekrosen. Die Platte besitzt insgesamt 6 Löcher (im Falle der "3,5 mm broad" Ausführung 8 Löcher). Im Plattenkopf befinden sich 3 Kombilöcher (3,5 mm broad: 4 Kombilöcher) mit einem eingebrachten Plattengewinde. Sie können sowohl mit konventionellen Kortikalisschrauben als auch winkelstabil mit Verriegelungsschrauben besetzt werden. Im Schaft befinden sich 2 dynamische Kompressionslöcher (DC), durch die Kompression auf den Frakturspalt erzeugt werden kann. Zwischen diesen befindet sich ein Kombi-DC-Loch (3,5 mm broad: 2 Kombi-DC-Löcher), worin die Besetzung mit einer Verriegelungsschraube oder alternativ einer Kortikalisschraube möglich ist. Die Kortikalisschraube kann sowohl in neutraler als auch in exzentrischer Position gesetzt werden. Werden die Kombilöcher im Plattenkopf mit Verriegelungsschrauben besetzt, so ist die Schraubenwinkelung durch das Plattengewinde vorgegeben. Die craniale Schraube (Abbildung 8: A) ist 5° nach caudal, die mittlere Schraube (Abbildung 8: B) 3° nach distal und 5° nach caudal und die caudale Schraube (Abbildung 8: C) ist 3° nach cranial gewinkelt. Diese Winkelung von der Tibiagelenkfläche weg soll sicherstellen, dass die Schrauben die Gelenkfläche nicht perforieren. Außerdem wird durch die Konvergenz der Kopfschrauben die Ausreißfestigkeit erhöht (*KÖSTLER et al. 2005*).

¹ Synthes GmbH, Umkirch

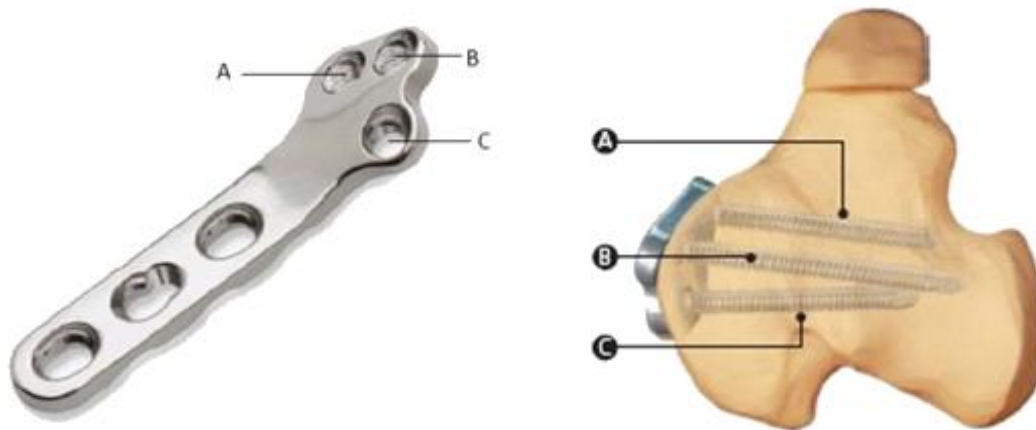


Abbildung 8: Position der Kopfschrauben im Tibiakopf
(SYNTHES 2006)

Dieser Plattentyp ist im Untersuchungszeitraum als 2,7 mm, 3,5 mm und 3,5 mm broad (Abbildung 9) verfügbar. Die 3,5 mm broad TPLO-Platte ist größer dimensioniert und verfügt über 8 Löcher, im Kopf ist ein zusätzliches Kombiloeh und im Schaft eine weiteres Kombi-DC-Loch vorhanden.

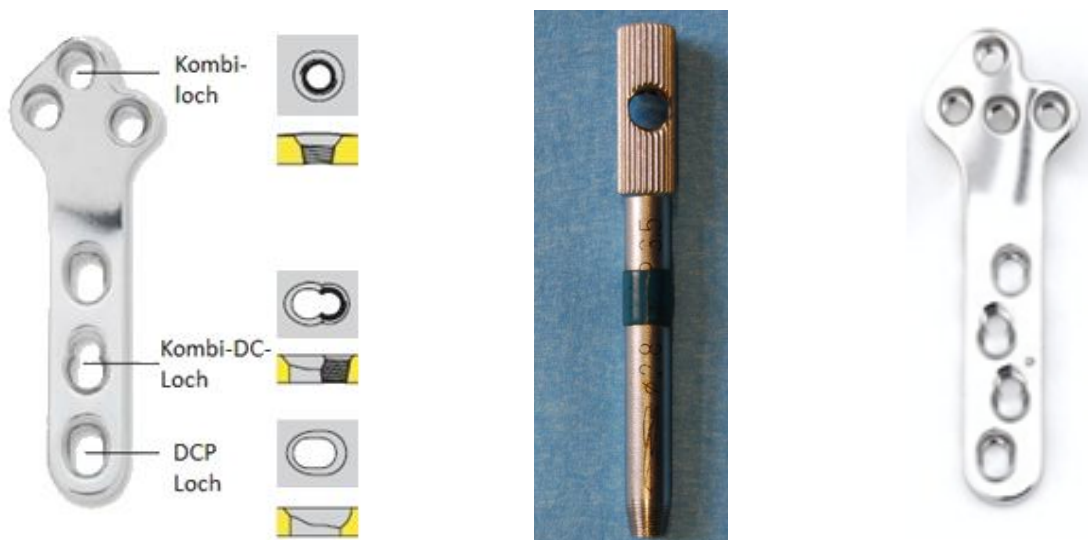


Abbildung 9: Links: 3,5 mm TPLO-Verriegelungsplatte von Synthes¹
Mitte: Drill Bit von Synthes¹ (vergrößert)
Rechts: 3,5 mm broad TPLO-Verriegelungsplatte von Synthes¹ (stark verkleinert)
(SYNTHES 2006)

¹ Synthes GmbH, Umkirch

Die zu dieser Platte passenden Verriegelungsschrauben der Firma Synthes¹ besitzen ein Kopfgewinde. Schrauben und Platten ergeben ein winkelstabiles Implantat. Diese Schrauben sind selbstschneidend und haben in der Außendimension von 3,5 mm einen erhöhten Kerndurchmesser von 2,9 mm. Die Verriegelungsschrauben mit einem Außendurchmesser von 2,7 mm haben einen erhöhten Kerndurchmesser von 2,1 mm. Dies erhöht die Biegefestigkeit der Schraube, die mit der 4. Potenz des Kernradius steigt. Das Gewinde der Verriegelungsschrauben der Firma Synthes¹ hat eine geringere Steigung mit 0,8 mm pro Gewindeumdrehung (3,5 mm Schraube) bzw. 0,6 mm pro Gewindeumdrehung (2,7 mm Schraube) als das konventioneller Schrauben mit 1,25 mm pro Gewindeumdrehung (3,5 mm Schraube) bzw. 1 mm pro Gewindeumdrehung (2,7 mm Schraube). Um eine Verformung der Gewinde von Platte und Verriegelungsschraube zu verhindern, werden die Schrauben mit einem vom Hersteller definierten maximalen Drehmoment angezogen. Dies geschieht mit Hilfe eines drehmomentbegrenzten Schraubendrehers (beim 2,7 mm-System 0,8 N·m, beim 3,5 mm-System 1,5 N·m; Abbildung 11). So bleibt eine spätere Implantatentfernung möglich. Die eingesetzten Kortikalisschrauben sind selbstschneidend oder nicht selbstschneidend erhältlich. In dieser Arbeit werden nicht selbstschneidende Kortikalisschrauben der Firma Synthes¹ verwendet.

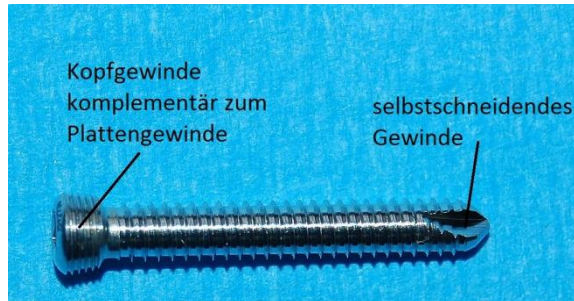


Abbildung 10: Verriegelungsschraube von Synthes¹ (3,5 mm Außendurchmesser, 2,9 mm Kerndurchmesser)



Abbildung 11: Schraubendreher mit Drehmomentbegrenzer von Synthes¹

¹ Synthes GmbH, Umkirch

3.1.2.2 TPLO-Verriegelungssystem der Firma New Generation Devices (NGD)

Die Unity Cruciate Plate[®] von NGD¹ ist aus 316L rostfreiem Implantatstahl gefertigt. Es sind im Untersuchungszeitraum Platten mit folgenden Größen verfügbar: 3,5 mm broad, 3,5 mm, 3,5 mm small, 2,7 mm, 2,0 mm. In dieser Arbeit werden nur Platten der Größe 2,7 mm und größer untersucht. Bei 3,5 mm Platten ist das proximale Kombiloch 25° nach distal gewinkelt, um die Perforation der Tibiagelenkfläche zu vermeiden. Sie besitzt wie die 3,5 mm small Platte im weiteren Verlauf von proximal nach distal 3 Kombi-DC-Löcher und anschließend 2 Kombilöcher. Bei der 3,5 mm small und der 2,7 mm Platte ist das proximale Loch ein konventionelles neutrales Plattenloch, das um 25° nach distal anguliert ist und ein Angulieren von wenigen Grad beim Einbringen der Schraube erlaubt. Die 2,7 mm Platten besitzen 2 Kombi-DC-Löcher und 3 Kombilöcher im weiteren Verlauf nach distal. Die 3,5 mm small Ausführung der Platte entspricht somit dem Design der 3,5 mm TPLO-Platte von NGD¹, mit Ausnahme des konventionellen proximalen Plattenloches. Sie ist kürzer als die 3,5 mm Platte von NGD¹. Die 3,5 mm broad TPLO-Platten haben 8 Löcher. Im Kopfteil ist ein zusätzliches Kombiloch, distal im Plattenschaft ein weiteres Kombiloch vorhanden (Abbildung 13). Kombi- wie Kombi-DC-Löcher können mit speziellen Verriegelungsschrauben der Firma NGD¹ als auch mit konventionellen Kortikalisschrauben besetzt werden. Mit den Kombi-DC-Löchern kann bei Verwendung unverriegelter Schrauben, in exzentrischer Position gebohrt, eine Kompression auf den Osteotomiespalt erzeugt werden.

Die Verriegelungsschrauben werden mit Hilfe des Locking Drill Guide der Firma NGD¹ korrekt zentrisch eingebracht.



Abbildung 12: Locking Drill Guide[®] der Firma NGD¹

¹ New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA



Abbildung 13: TPLO-Verriegelungsplatte von NGD¹
Größe 2,7 mm, 3,5 mm small, 3,5 mm und 3,5 mm broad
(NEW GENERATION DEVICES 2005)

Diese Verriegelungsschrauben besitzen ein Kopfgewinde komplementär zum Plattenlochgewinde. Der Kerndurchmesser der 3,5 mm Verriegelungsschrauben von NGD¹ beträgt 2,6 mm, der Kerndurchmesser der 2,7 mm Schrauben beträgt 2,1 mm. Die Gewindesteigungen betragen 1 mm pro Gewindeumdrehung (3,5 mm Schraube) bzw. 0,8 mm pro Gewindeumdrehung (2,7 mm Schrauben). Damit sind die Gewindesteigungen geringer und die Kerndurchmesser größer als bei konventionellen Kortikalisschrauben dieser Größe (s. o.). Die Schrauben sind selbstschneidend. Ein drehmomentbegrenzter Schraubendreher für ein standardisiertes Anziehen der Verriegelungsschrauben existiert nicht.

Bei der 3,5 mm small und der 2,7 mm TPLO-Platte wird das proximale Loch mit einer nicht selbstschneidenden Kortikalisschraube des jeweiligen Außendurchmessers besetzt. Die Verriegelungssysteme unterschiedlicher Hersteller sind nicht untereinander kompatibel.

3.2 Methoden

3.2.1 Anamnese und Besitzerbefragung

Besitzer- und Tier-bezogene Daten werden dokumentiert: Name und Adresse des Besitzers sowie Name, Alter, Rasse, Geschlecht und Körpermasse des Tieres. Die Besitzer werden über ein mögliches Trauma und die Dauer der Lahmheit befragt sowie über Vorbehandlungen, soweit bekannt. Der Patient erhält eine Patientennummer über unser Computersystem zugeteilt.

3.2.2 Voruntersuchung

Die Voruntersuchung besteht aus einer allgemeinen klinischen Untersuchung. Bei Tieren ab 5 Jahren Lebensalter führen wir eine hämatologische und blutchemische Laboruntersuchung durch, ebenso bei Tieren, bei denen aufgrund der klinischen Untersuchung eine Blutuntersuchung als erforderlich angesehen wird. Zusätzlich überprüfen wir die Narkosefähigkeit aller Patienten.

Es wird bei allen Patienten im Rahmen der Lahmheitsabklärung eine spezielle Lahmheitsuntersuchung mit Bewertung von Röntgenbildern der Kniegelenke im mediolateralen und craniocaudalen Strahlengang durchgeführt. In zusätzlichen ventrodorsalen Röntgenaufnahmen der Hüftgelenke werden eventuell vorhandene Erkrankungen dieser Gelenke erfasst.

3.2.3 Spezielle Lahmheitsuntersuchungen

Die spezielle Lahmheitsuntersuchung umfasst eine Beurteilung des Patienten in der Bewegung in unterschiedlichen Geschwindigkeiten und eine palpatorische Untersuchung der Kniegelenke. Besonderer Wert wird auf die Ergebnisse des Schubladentests und Tibiakompressionstests in Narkose gelegt. Es werden die Beugung und Streckung des Kniegelenkes beurteilt, vorhandene Bewegungseinschränkungen notiert. Außerdem wird auf Pseudokrepitation, Meniskusklicken, vermehrte Gelenkfüllung und mediale Kapselverdickung und den „Sitztest“ geachtet.

3.2.3.1 Einteilung der Lahmheitsgrade

(nach *ARNOCZKY & TARVIN* 1981)

- Grad 0: Hund belastet alle vier Gliedmaßen gleichmäßig
- Grad 1: Hund zeigt eine kaum erkennbare Lahmheit der betroffenen Gliedmaße
- Grad 2: Hund zeigt eine deutlich erkennbare Lahmheit mit Belastung der betroffenen Gliedmaße
- Grad 3: Hund belastet die betroffene Gliedmaße selten zur Haltung des Gleichgewichts
- Grad 4: Hund zeigt eine vollständige Entlastung der betroffenen Gliedmaße

3.2.3.2 Prüfung der craniocaudalen Gelenkstabilität durch Schubladentest

(nach *ERTELT* 2003)

- Grad 0: keine Schublade auslösbar, Gelenk stabil
- Grad 1: geringgradiges vorderes Schubladenphänomen, Translation der Tibia < 2 mm
- Grad 2: mittelgradiges vorderes Schubladenphänomen, Translation der Tibia 2 - 5 mm
- Grad 3: hochgradiges vorderes Schubladenphänomen, Translation der Tibia > 5 mm

3.2.3.3 Prüfung der Gelenkstabilität durch Tibiakompressionstest

(nach *ERTELT* 2003)

- Grad 0: keine craniale Translation der Tuberositas tibiae
- Grad 1: geringgradige craniale Translation der Tuberositas tibiae, Translation < 1 mm
- Grad 2: mittelgradige craniale Translation der Tuberositas tibiae, Translation 1- 3 mm
- Grad 3: hochgradige craniale Translation der Tuberositas tibiae, Translation > 3 mm

3.2.3.4 Beurteilung der Gelenkfüllung bzw. der periartikulären Schwellung

(nach *KLOENE* 2005)

Die Beurteilung der Gelenkfüllung erfolgt palpatorisch anhand der Abgrenzbarkeit der Patellarsehne zur Gelenkkapsel.

- Grad 0: keine vermehrte Gelenkkapselfüllung
- Grad 1: geringgradig vermehrte Gelenkkapselfüllung
- Grad 2: mittelgradig vermehrte Gelenkkapselfüllung
- Grad 3: hochgradig vermehrte Gelenkkapselfüllung

Die Unterteilung von Pseudokrepitation, Meniskusklicken und Streck- oder Beugehemmung wird in positiv und negativ vorgenommen.

3.3 Röntgenologische Untersuchung

Alle Patienten werden im Rahmen der Voruntersuchung im Wachzustand einer röntgenologischen Untersuchung des erkrankten Kniegelenkes im mediolateralen und craniocaudalen Strahlengang unterzogen. Es werden außerdem die Hüftgelenke im ventrodorsalen Strahlengang geröntgt.

Von allen Hunden werden präoperativ und postoperativ in Narkose Röntgenaufnahmen des Kniegelenks mit Unterschenkel einschließlich des Talus in craniocaudalem und mediolateralem Strahlengang zur Vermessung des Tibiaplateauwinkels gemacht.

3.3.1 Messung des Tibiaplateauwinkels (TPA)

Die Messung des Tibiaplateauwinkels (TPA) erfolgt anhand präoperativ angefertigter Röntgenaufnahmen im mediolateralen Strahlengang. Die Aufnahmen werden in Narkose angefertigt. Dabei werden Knie- und Tarsalgelenk 90° gebeugt. Die Röntgenaufnahme muss folgende anatomischen Strukturen beinhalten: distale Femurkondylen, die Tibia und das Tarsalgelenk. Dabei muss die Gliedmaße so gelagert werden, dass sich sowohl medialer und lateraler Femurkondylus als auch die beiden Rollkämme des Talus in Deckung befinden. Die Tibia muss senkrecht abgelichtet werden. Auf der angefertigten mediolateralen Röntgenaufnahme werden das Zentrum der Talusrollkämme und die *Eminentia intercondylaris* markiert und mit einer Geraden (a) verbunden (Abbildung 14). Mit einer zweiten Geraden wird das Tibiaplateau eingezeichnet (b). Die letzte Linie (c) ist eine Senkrechte zur ersten Geraden (a) im Schnittpunkt der Geraden a und b. Der Tibiaplateauwinkel ist der Winkel zwischen den Geraden b und c.

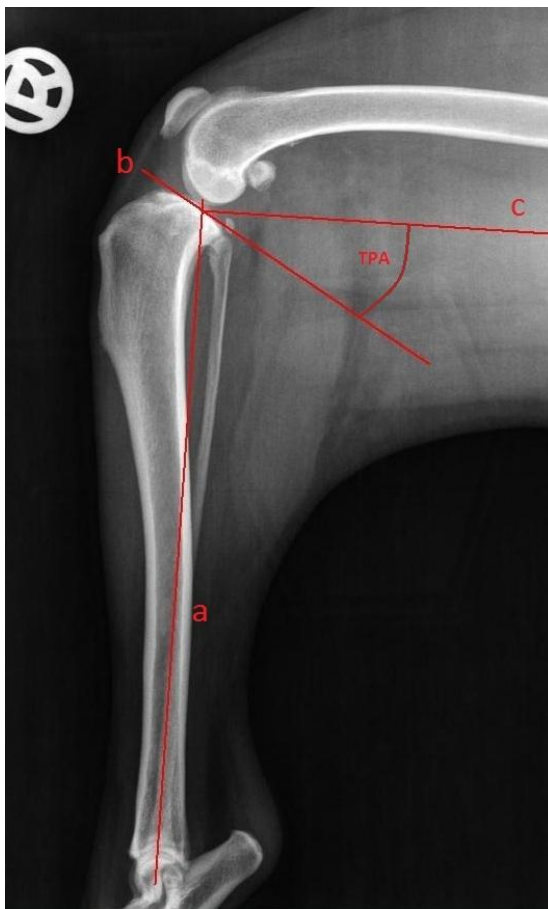


Abbildung 14: Lagerung während der Röntgenaufnahme; Tibiaplateau-Winkelmessung

3.3.2 Gonarthroseinteilung und Kapselschatten

Die Beurteilung der Gonarthrose und des Kapselschattens erfolgt in Anlehnung an die Veröffentlichungen von *RAYWARD et al.* (2004), *BOYD et al.* (2007) und *HURLEY et al.* (2007), nach dem Schema der Dissertation von *KLOENE* (2005). Die Beurteilung wird röntgenologisch anhand der präoperativ und der 4 und 12 Wochen post operationem angefertigten Aufnahmen des Knies in mediolateralem und craniocaudalem Strahlengang durchgeführt.

Folgende anatomische Strukturen werden hierbei auf osteophytäre Zubildungen untersucht:

Trochlea femoris, *Basis patellae*, *Apex patellae*, *Condylus femoris medialis und lateralis* im Bereich des Kapselansatzes, der *Condylus femoris* im Bereich des Kreuzbandansatzes, das *Tibiaplateau* an der cranialen und caudalen Begrenzung sowie die mediale und laterale Tibiagelenkfläche, die *Ossa sesamoidea muscoli gastrocnemii*, die intraartikuläre Mineralisation sowie die Ausdehnung des Kapselschattens.

Die osteophytären Zubildungen werden anhand einer 4-Punkt numerischen (Likert) Skala eingeteilt, wobei 0 das Fehlen einer Osteoarthrose und 3 dem Vorhandensein einer hochgradigen Osteoarthrose entspricht. Ebenso wird die Ausdehnung des Kapselschattens in einer numerischen Skala von 0 bis 3 eingeteilt. Die intraartikuläre Mineralisation wird in vorhanden (1) und nicht vorhanden unterteilt (0). Daraus ergibt sich eine maximale Summe von 33 Punkten. Es werden die Veränderungen der Osteoarthrose von 0 auf 4 Wochen und von 0 auf 12 Wochen erfasst. Dies wird statistisch mit einer zweifaktoriellen Varianzanalyse nach signifikanten Einflussfaktoren auf die Veränderung untersucht.

3.4 Vorbereitung des Patienten zur Operation

Alle Patienten werden in Allgemeinanästhesie gelegt und erhalten eine epidurale Anästhesie. Die Aufrechterhaltung der Narkose erfolgt durch eine Gemisch aus Isofluran und Sauerstoff. Bei allen Patienten wird die zu operierende Hintergliedmaße vom Tarsalgelenk bis zur Hüfte komplett innen und außen auf 0,1 mm geschoren. Es folgt die erneute klinische Untersuchung des zu operierenden Knies durch den Operateur. Die Gliedmaße wird dann mit Alkohol

entfettet und mit einer alkoholhaltigen Jodlösung¹ desinfiziert. Die Pfote wird bis knapp distal des Tarsalgelenkes mit einer Peha-haft-Binde² einwickelt. Der Patient wird auf dem OP-Tisch in Rückenlage fixiert.

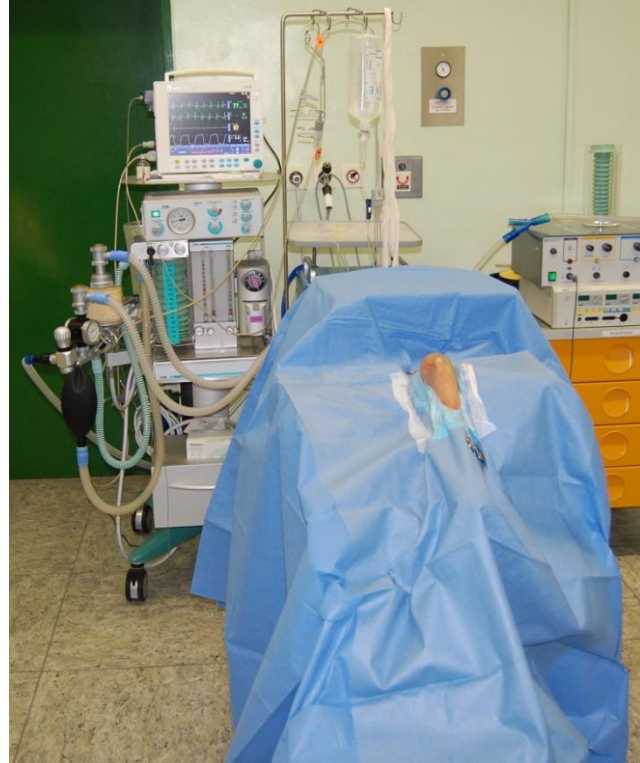


Abbildung 15a, b: Hund in Operationslagerung (während chirurgischer Desinfektion und chirurgisch abgedeckt)

Im Operationssaal erfolgt die erneute chirurgische Desinfektion der zu operierenden Hintergliedmaße. Über dem Patienten wird ein zusätzlicher Tisch zur Instrumentenablage auf Thoraxhöhe angebracht. Es erfolgt die sterile Abdeckung des gesamten Patienten inklusive des darüber angebrachten Ablagetisches mit sterilen OP-Tüchern³. Die zu operierende Gliedmaße wird seitlich durch eine Vakuumunterlage stabilisiert, um ein Widerlager beim Sägen zu haben. Das Operationsfeld wird zusätzlich nach Auftragen eines Sprühklebers⁴ mit einer Klebefolie⁵ steril abgeklebt.

¹ Cutasept G[®], Bode Chemie, Hamburg

² Peha-haft[®], Hartmann AG, Heidenheim

³ Foliodrape[®], Hartmann AG, Heidenheim

⁴ Rudaspray[®], NOBA Verbandmittel Danz GmbH & Co KG, Wetter

⁵ Applica[®], Smith & Nephew Ltd., London

3.5 Durchführung der Tibial Plateau Leveling Osteotomy nach SLOCUM & SLOCUM (1993) mit Verriegelungsplatten

Die TPLO wird nach Kursvorgaben (siehe Kap. 2.8.1 Chirurgisches Vorgehen) durchgeführt. Die Korrektur des Tibiaplateaus erfolgt anhand des auf den mediolateralen Röntgenaufnahmen gemessenen Tibiaplateauwinkels in Abhängigkeit von der gewählten Sägeblattgröße. Die zu schwenkende Distanz ist dabei in einer Tabelle für das jeweilige Sägeblatt abzulesen und wird folgendermaßen berechnet:

Zu schwenkende Distanz x in mm: $x = \frac{(\text{Tibiaplateauwinkel} - 5,5) \pi r}{180}$; r = Radius des Sägeblattes



Abbildung 16: TPLO-Sägeblatt (NGD¹)

Bei der Operation werden folgende Parameter notiert: Dauer des operativen Eingriffes (als Beginn wird der Hautschnitt definiert, als Ende das Setzen des letzten Heftes der Hautnaht), die Dauer der Implantation (Beginn mit dem möglicherweise notwendigen Biegen und Schränken, Ende ist die endgültige Implantation der letzten Schraube), Dauer der Allgemeinanästhesie (mit Beginn Einleitung der Narkose und Ende Extubation des Patienten). Es werden alle auftretenden Komplikationen, Schwierigkeiten oder sonstigen Auffälligkeiten bei Implantation, Implantathandling und Operation notiert. Der Einfluss dieser Faktoren auf die Operationsdauer und Implantationsdauer wird statistisch mit einer mehrfaktoriellen Varianzanalyse untersucht.

¹ New Generation Devices, Glen Rock, USA

3.5.1 Implantation der Verriegelungsplatte der Firma Synthes

Zum Verständnis erfolgt die Nummerierung der Plattenlöcher wie in Abbildung 17 nach der Reihenfolge der Schraubenimplantation. Die drei distalen Plattenlöcher im Plattenschaft werden nicht verriegelt mit Kortikalisschrauben besetzt. Die drei proximalen Plattenlöcher im Plattenkopf besetzen wir mit Verriegelungsschrauben der Firma Synthes¹. Gegebenenfalls erfolgt eine Anformung der Platte an die mediale Tibiafläche, um den Abstand zum Knochen zu verringern. Dies ist nur in Ausnahmefällen erforderlich, da die Platte bereits vorgeformt ist. Wichtig ist, dass der Plattenschaft der Tibia anliegt.

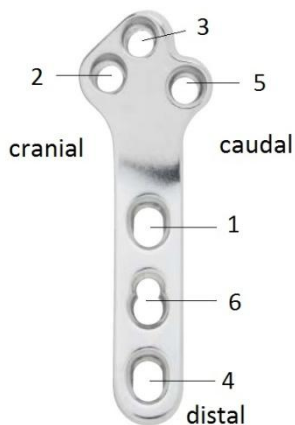


Abbildung 17: Synthesplatte (für die rechte Seite) mit nummerierten Plattenlöchern

Man dreht zuerst den Drill Bit in das craniale Kombiloch (Loch Nummer 2) des Plattenkopfes. Er dient zunächst als Haltehilfe. Als erste Schraube wird ins proximale DC-Loch (Loch Nummer 1) eine Kortikalisschraube nach Bohrung, Tiefenmessung und Gewindeschneiden eingebracht und nicht vollständig angezogen. Anschließend zieht man die Platte nach proximal und setzt, unter Verwendung des eingebrachten Drill Bits als Führungshilfe, die Bohrung für das craniale Kombiloch (Loch Nummer 2) für eine Verriegelungsschraube und bringt diese nach Tiefenmessung ein. Da die Verriegelungsschrauben selbstschneidend sind, entfällt das Gewindeschneiden. Die Verriegelungsschraube wird mit einem drehmomentbegrenzten Schraubendreher (beim 3,5 mm-System 1,5 N·m; Abbildung 11) angezogen. Schraube Nummer 3 ist ebenfalls eine

¹ Synthes GmbH, Umkirch

Verriegelungsschraube. Um Kompression auf den Osteotomiespalt auszuüben, bringt man als 4. Schraube eine Kortikalisschraube in exzentrischer Position ein. Es wird nun auch Schraube Nummer eins angezogen, um maximale Kompression auf den Osteotomiespalt zu erzielen. Schraube Nummer 5 wird, wie bereits beschrieben, als letzte Verriegelungsschraube (Loch Nummer 5) im Plattenkopf eingebracht. Die letzte Schraube bringt man in das Kombi-DC-Loch (Loch Nummer 6) als Kortikalisschraube in neutraler Position ein. Der Operateur zieht abschließend alle Schrauben noch einmal an.

Vor Verschluss der Operationswunde wird intraoperativ eine Durchleuchtungskontrolle durchgeführt, um den korrekten Sitz und die richtige Länge der Schrauben zu überprüfen.

3.5.2 Implantation der Verriegelungsplatte der Firma New Generation Devices

Wenn die Plattengröße es zulässt (siehe Kap. 3.1.2.2), werden alle Plattenlöcher mit Verriegelungsschrauben dieser Firma besetzt. In der weiteren Beschreibung werden die Plattenlöcher nach Applikationsreihenfolge fortlaufend nummeriert (Loch 1 - 6). Bei den 2,7 mm und den 3,5 mm small NGD-Platten¹ lässt sich die proximale Schraube (Loch Nummer 5) nicht verriegeln. Man setzt sie bei diesen beiden Plattengrößen als normale Kortikalisschraube in der vorgegebenen Winkelung von circa 25° nach distal gerichtet ein. Interfragmentäre Kompression ist durch manuelle Maßnahmen oder mit Hilfe einer Repositionszange möglich. Die Bohrungen für Verriegelungsschrauben werden mit Hilfe des Locking Drill Guide durchgeführt, der in das Plattengewinde eingedreht wird und eine korrekte Führung der Bohrung gewährleistet. Beim Schränken und/oder Biegen der Platte werden in die Verriegelungsplattenlöcher sogenannte „Plugs“ (Abbildung 18) eingedreht. Dies sind kleine Platzhalter mit einem dem Plattengewinde entsprechenden Gegengewinde, die bei einer Verformung der Platte ein Verziehen der Plattengewinde verhindern sollen. Nach abgeschlossener Anpassung der Platte werden diese wieder entfernt.

¹ New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA



Abbildung 18: NGD-Platte mit „Plugs“ zum Schutz der Plattengewinde
(NEW GENERATION DEVICES 2005)

Man bringt den Locking Drill Guide in das proximale Loch im Plattenschaft (Loch Nummer 1) ein, diese Schraube ist die erste Verriegelungsschraube. Zudem dient der Locking Drill Guide als Haltehilfe. Es folgen die weiteren Verriegelungsschrauben in die Plattenlöcher Nummer 2 bis 4. Die Schraube Nummer 5 wird, wenn möglich (s. o.), verriegelt. Als letzte Schraube setzt der Operateur die im Plattenloch Nummer 6 als Verriegelungsschraube. Abschließend werden alle Schrauben nachgezogen. Ein drehmomentbegrenzter Schraubendreher für ein standardisiertes Anziehen der Verriegelungsschrauben existiert nicht, die Beurteilung der erforderlichen Schraubenfestigkeit ist daher subjektiv, und wird nach den Richtlinien der AO durchgeführt.

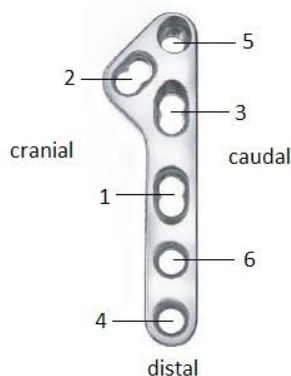


Abbildung 19: 3,5 mm NGD-Platte (für die rechte Seite) mit nummerierten Plattenlöchern

Vor Verschluss der Operationswunde erfolgt die intraoperative Durchleuchtungskontrolle, um den korrekten Sitz und die richtige Länge der Schrauben zu überprüfen.

3.5.3 Wundverschluss

Der Wundverschluss erfolgt mehrschichtig. Dabei werden zunächst die Zugänge zum Schutz des *M. popliteus* caudal, der Zugang zum Schutz des *M. extensor digitorum longus* craniolateral, und der Zugang zum Schutz der Patellarsehne mit Einzelheften mit monofilem resorbierbarem Faden (Polydioxanon¹) verschlossen. Nun wird die Faszie mit dem darin enthaltenen *M. sartorius* mit Einzelheften ebenfalls mit monofilem resorbierbarem Nahtmaterial genäht (Polydioxanon¹). Der Verschluss der Unterhaut wird mit einem monofilen resorbierbaren Faden (Poliglecaprone 25²) durchgeführt. Der endgültige Verschluss der Haut erfolgt mit einem nicht resorbierbaren monofilen Faden in Einzelheften (Polyamid 6³) oder mit Hautklammern⁴. Die Naht wird mit einem Sprühpflaster⁵ versiegelt und mit einer Kompresse und einem Schutzpflaster⁶ abgedeckt.

3.6 Nachbehandlung der Patienten

Das postoperativ angebrachte Schutzpflaster⁶ wird bei der Wundkontrolle einen Tag post operationem gewechselt. Es werden 2 antibiotische Regime angewendet. Ein Teil der Patienten erhält im Rahmen der Operation eine perioperative Antibiose per intravenöser Applikation vor und nach der Operation (Cefalexin⁷ 25 mg/kg Körpergewicht), gegebenenfalls wird die Antibiose auf 10 Tage postoperativ ausgedehnt. Die Gabe erfolgt dann per os⁸ (25 mg/kg Körpergewicht 2-mal täglich). Aufgrund von Lieferengpässen erfolgt die perioperative Antibiose beim anderen Teil der Patienten mit Amoxicillin-Clavulansäure⁹ (8,75 mg/kg Körpergewicht) subkutan und Ampicillin¹⁰ (50 mg/kg

¹ PDS[®], Ethicon, Johnson & Johnson, Norderstedt

² Monocryl[®], Ethicon, Johnson & Johnson, Norderstedt

³ Ethilon[®], Ethicon, Johnson & Johnson, Norderstedt

⁴ SurgiClose[™] REP[®], InMed Inc.

⁵ Band-Aid[®] Sprühpflaster. Johnson & Johnson, Norderstedt

⁶ Rudavlies[®], Noba Verbandmittel Danz, Wetter/Ruhr

⁷ Cefazolin[®], Fa. Fresenius Kabi, Bad Homburg

⁸ Cefalexin[®], Fa. cp-pharma, Burgdorf

⁹ Synulox RTU[®], Pfizer GmbH, Berlin

¹⁰ Ampicillin-ratiopharm[®], Ratiopharm GmbH, Ulm

Körpergewicht initial, 30 mg/kg Körpergewicht nach 2 Stunden) intravenös. Eine Ausdehnung der Antibiose erfolgt ggf. auf 10 Tage (Amoxicillin-Clavulansäure¹ 20 mg/kg Körpergewicht 2-mal täglich per os) post operationem.

Zur Analgesie wird ein nichtsteroidales Antiphlogistikum (Carprofen² 4 mg/kg Körpergewicht 1-mal täglich oder Meloxicam³ 0,1 mg/kg Körpergewicht 1-mal täglich) verordnet. Die Analgetika werden für einen Zeitraum von mindestens 4 Wochen postoperativ verabreicht. Bis zum Entfernen der Hauthefte tragen die Patienten einen Halskragen.

Die Patientenbesitzer werden darauf hingewiesen auf Entzündungsanzeichen zu achten sowie das Tier über einen Zeitraum von 12 Wochen an der Leine ruhig zu halten. Schwimmen ist untersagt. Die Tiere sollen vom Spielen und Springen abgehalten werden. In den ersten 4 Wochen post operationem wird außerdem vom Treppensteigen dringend abgeraten, die Spaziergänge sollen an der Leine 3-mal täglich 10 – 15 Minuten nicht überschreiten. Abhängig von der klinischen und radiologischen Kontrolle 4 Wochen post operationem wird die Belastung langsam gesteigert. Dabei soll vor allem der Zeitraum der Spaziergänge ausgedehnt werden, Spitzenbelastungen müssen weiter vermieden werden.

3.7 Nachuntersuchung der Patienten während des Klinikaufenthaltes

Bei der Untersuchung der Patienten am ersten Tag post operationem wird der Zustand der Operationswunde sowie der operierten Gliedmaße adspektorisches und palpatorisch untersucht. Man achtet dabei vor allem auf Entzündungsanzeichen, Ödeme und Hämatome. Es wird die Lahmheit im Schritt beurteilt. In der Regel erfolgt die Entlassung am 1. Tag post operationem.

¹ Synulox[®], Pfizer GmbH, Berlin

² Rimadyl[®], Pfizer GmbH, Berlin

³ Metacam[®], Fa. Boehringer Ingelheim, Ingelheim

3.8 Nachuntersuchung der Patienten nach Entlassung aus der Klinik

Die Kontrolluntersuchungen der Patienten erfolgen 4 und 12 Wochen post operationem röntgenologisch und klinisch. Nach Röntgenaufnahmen in craniocaudalem und mediolateralem Strahlengang werden Knochenheilung, Fortschreiten der Gonarthrose sowie der Sitz und Zustand der Implantate beurteilt. Auffälligkeiten werden notiert.

Bei der klinischen Untersuchung beurteilt man das Laufbild in Schritt und Trab. Es erfolgt die Adspektion und Palpation der operierten Gliedmaße. Dabei wird vor allem die Beweglichkeit, Schmerzhaftigkeit und das Vorhandensein von Pseudokrepitation beurteilt. Desweiteren findet der Zustand von Operationsnarbe und Implantat Eingang in die klinische Bewertung.

3.9 Postoperative Komplikationen

Postoperativ treten zum Teil unterschiedliche Komplikationen auf. Diese betreffen, neben diversen anderen Problemen, vor allem die Wund- und Knochenheilung. Es erfolgt die Einteilung in sogenannte „minor complications“ und „major complications“. Als „minor complications“ werden Wundheilungsstörungen bezeichnet, die ausschließlich mit einer Antibiotikatherapie erfolgreich behandelt werden. In „major complications“ werden die Wundheilungsstörungen eingeteilt, die einen erneuten chirurgischen Eingriff benötigen, um eine Heilung zu gewährleisten (*CONKLING et al.* 2010, *FITZPATRICK & SOLANO* 2010). Dieser erneute chirurgische Eingriff beinhaltet z. B. das Einlegen einer Saugdrainage¹ (Redondrain), um Flüssigkeit im Bereich der Naht und/oder der Platte abzuführen, und gleichzeitig das Risiko eines Keimeintrages zu minimieren. Abhängig vom Ausmaß der Wundheilungsstörung kann der erneute chirurgische Eingriff auch ein chirurgisches Wunddebridement beinhalten. Mithilfe der schrittweisen multiplen logistischen Regression wird nach signifikanten Einflussfaktoren auf die Entwicklung einer Komplikation untersucht.

¹ Mini-Redon-Faltenbalg – 50 ml (flach)[®], Fa. Primed, Halberstadt

3.10 Statistik

Die Befunde dieser Untersuchungen werden dokumentiert und statistisch ausgewertet. Es wird die Veränderung der Arthrose im postoperativen Zeitraum auf signifikante Einflüsse durch Plattentyp oder Operateur mit einer zweifaktoriellen Varianzanalyse untersucht. Der Einfluss von Operateurgruppe, Plattentyp, Plattengröße und Meniscal Release auf die Operationszeit bzw. Implantationsdauer wird mit einer vier- bzw. dreifaktoriellen Varianzanalyse untersucht. Desweiteren werden alle intraoperativen und postoperativen Komplikationen auf signifikante Einflussfaktoren mithilfe einer schrittweisen multiplen logistischen Regression untersucht.

4 Ergebnisse

4.1 Rasseverteilung

Die in dieser Arbeit untersuchten Hunde ($n = 76$) verteilen sich auf 34 Rassen und Mischlinge. Die mit Abstand größte Gruppe stellen die Mischlinge ($n = 14$), es folgen die Gruppen der Labrador Retriever ($n = 9$) und Rottweiler ($n = 7$). Die folgende Abbildung zeigt die absolute Rasseverteilung. An diesen Tieren wurden 80 Operationen durchgeführt.

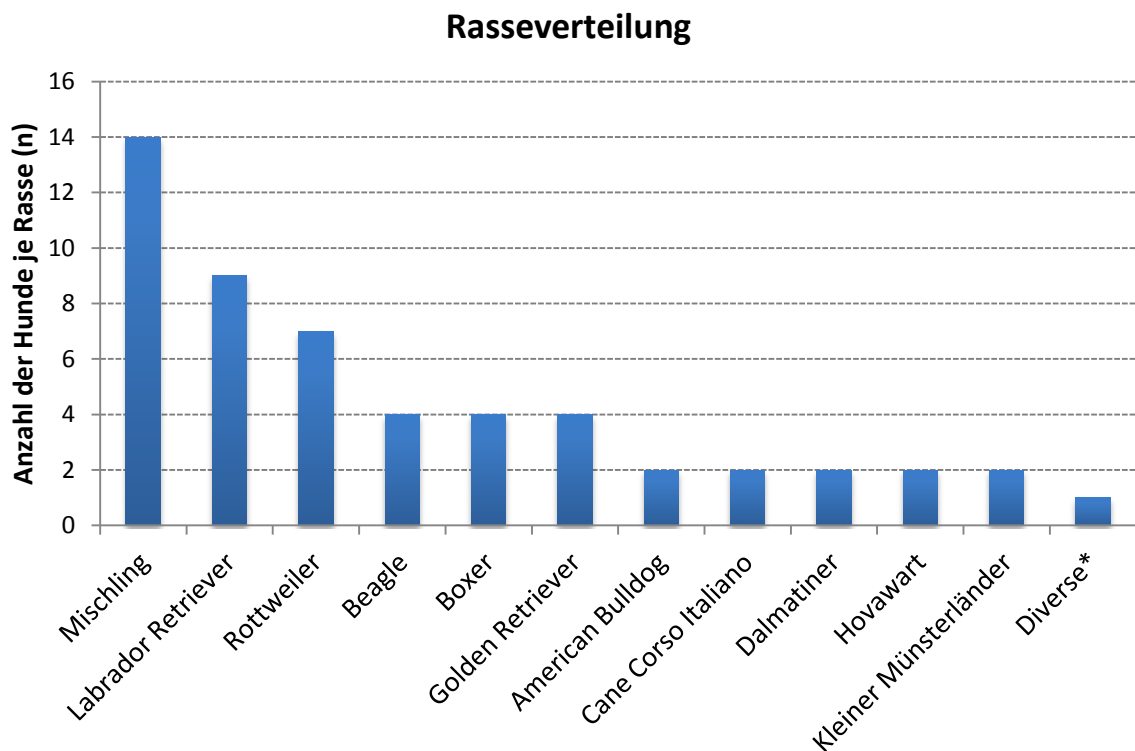


Abbildung 20: Rasseverteilung über alle Gruppen ($n = 76$)

*(Diverse (je $n = 1$): Alaskan Malamute, Antikdogge, Bordeaux Dogge, Berner Sennenhund, Bernhardiner, Border Collie, Briard, Chow Chow, Collie, Deutsche Dogge, Deutscher Jagdterrier, Deutscher Schäferhund, Englische Bulldogge, Entlebucher Sennenhund, Galgo Espagnol, Siberian Husky, Irischer Wolfshund, Landseer, Neufundländer, Pointer, Mittelschnauzer, Spitz, Staffordshire Terrier, Tatrahund)

4.2 Geschlecht der Patienten

In dieser Untersuchung sind 22/76 (28,9 %) intakte Rüden, 21/76 (27,6 %) kastrierte Rüden, 9/76 (11,8 %) intakte und 24/76 (31,6 %) kastrierte Hündinnen vertreten. Die folgende Abbildung 21 zeigt die Geschlechterverteilung im gesamten Patientengut. 45/76 (59,2 %) der Tiere mit Kreuzbandruptur sind kastriert.

Geschlecht	männlich	männlich-kastriert	weiblich	weiblich-kastriert
Anzahl der Tiere (n)	22	21	9	24

Tabelle 1: Geschlechterverteilung im Patientengut (n = 76)

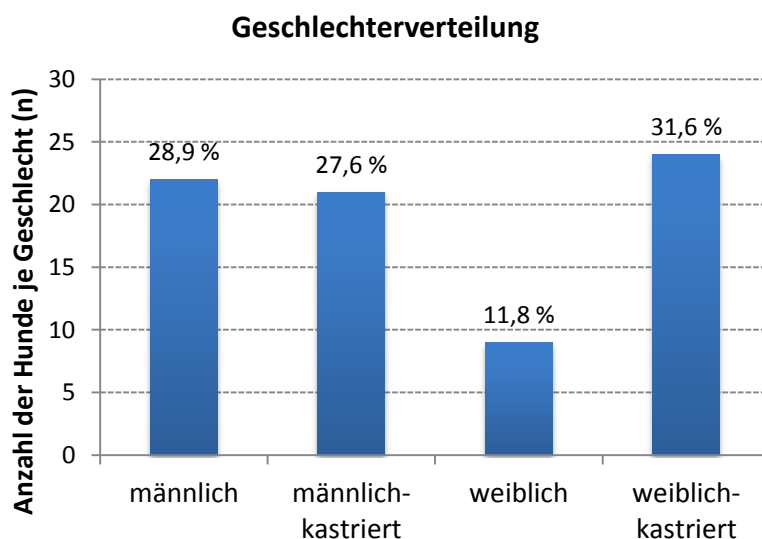


Abbildung 21: Geschlechterverteilung im gesamten Patientengut (n = 76)

4.3 Verteilung der Kreuzbandrupturen im Patientengut

Im Patientengut (n = 76) enthalten sind 15/76 (19,7 %) Tiere mit einer beidseitigen (Teil-) Ruptur des cranialen Kreuzbandes, 30/76 (39,5 %) Tiere mit einer (Teil-)Ruptur des rechten und 31/76 (40,8 %) Tiere mit einer (Teil-) Ruptur des linken cranialen Kreuzbandes.

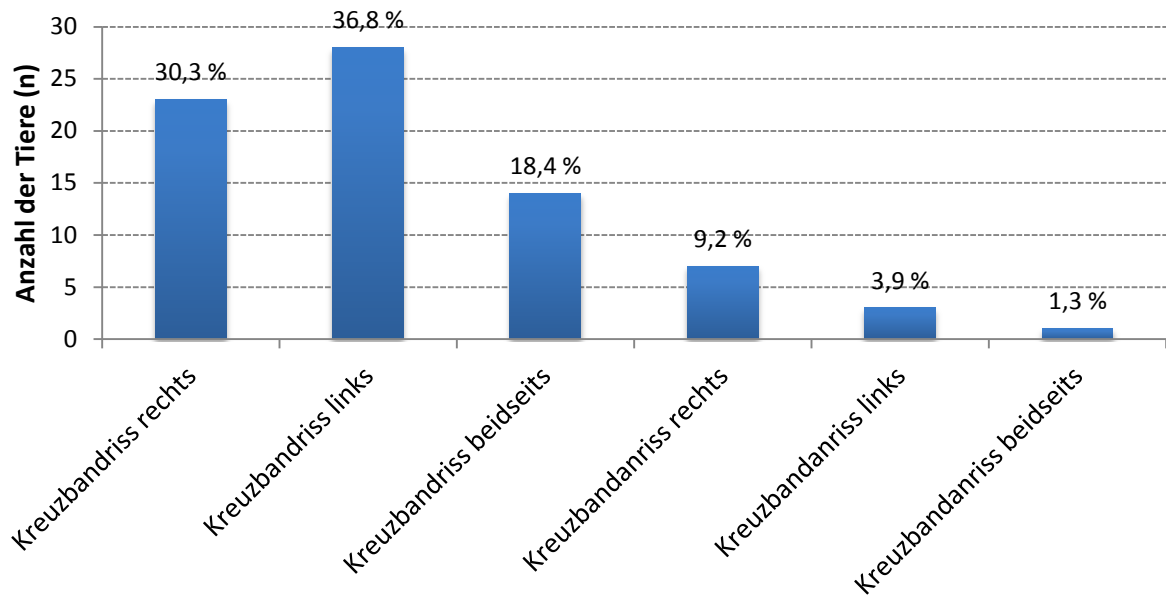


Abbildung 22: Diagnostizierte Kreuzbandrisse im gesamten Patientengut (n = 76)

Nachfolgend die Aufschlüsselung der Kreuzbandrisstypen nach Geschlechterverteilung.

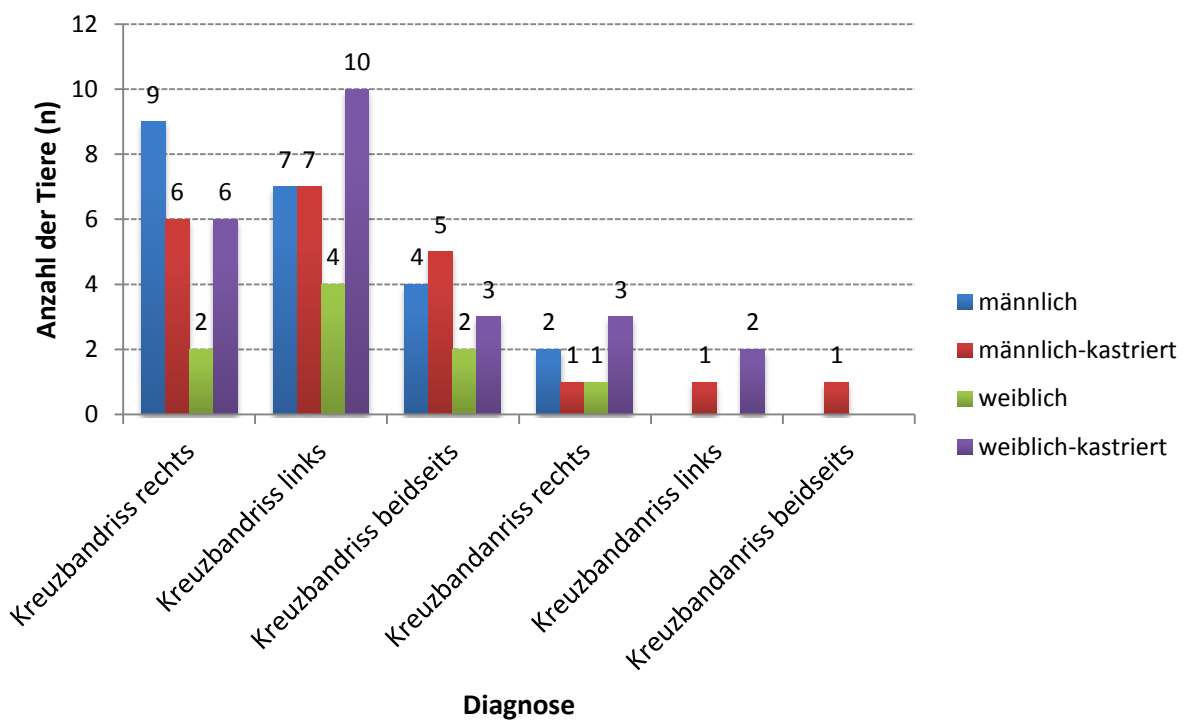


Abbildung 23: Geschlechterverteilung der unterschiedlichen Kreuzbandrisstypen (n = 76)

4.4 Alter der Patienten

Die Altersstruktur der Patienten ist weit gefächert. Der Durchschnitt liegt bei $70,4 \pm 37,1$ ($\bar{x} \pm s$) Monaten ($5,9 \pm 3,1$ Jahre), der Median liegt bei 69 Monaten ($5,75$ J.). Der jüngste Hund ist 11 Monate alt, der älteste Patient ist ein 147 Monate ($12,25$ J.) alter männlicher Mischling. Die größte Gruppe ist die der Hunde im Alter von 49 bis 96 Monaten (> 4 und < 8 J.) ($n = 28$).

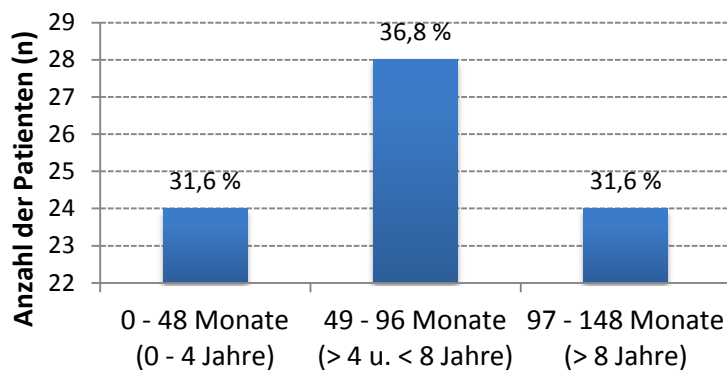


Abbildung 24: Altersverteilung der Patienten ($n = 76$)

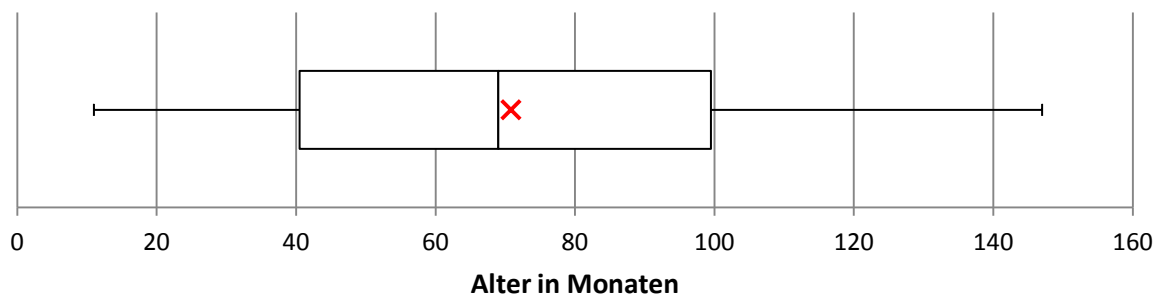


Abbildung 25: Altersverteilung im Patientengut ($n = 76$) in Monaten
das rote X markiert den Mittelwert (\bar{x})

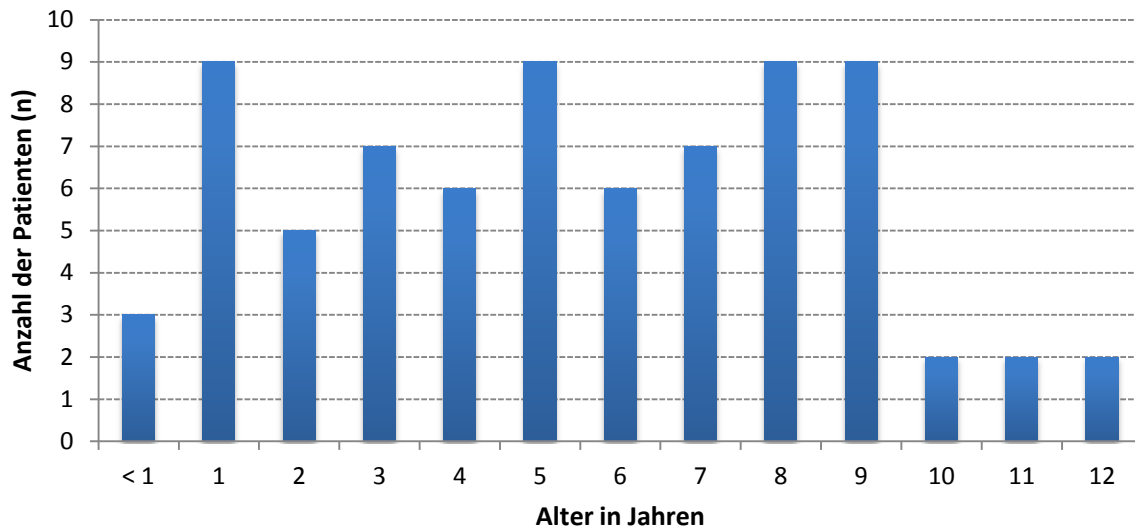


Abbildung 26: Altersverteilung der Patienten (n = 76) in Jahren (J.)

4.4.1 Altersverteilung in den Gruppen

Das durchschnittliche Alter der Patienten in Gruppe 1 (siehe Kap. 3.1.1 Patientengruppen) beträgt $64,8 \pm 33,1$ ($\bar{x} \pm s$) Monate ($5,4 \pm 2,8$ Jahre), das jüngste Tier ist ein 15 Monate alter männlicher Rottweiler, das älteste ist ein männlich-kastrierter Beagle mit 116 Monaten (9,7 Jahre). Das durchschnittliche Alter der Gruppe 2 liegt bei $85,0 \pm 40,0$ ($\bar{x} \pm s$) Monaten ($7,1 \pm 3,3$ Jahre) und reicht von einem 21 Monate alten weiblich-kastrierten Dalmatiner bis zu einem 144-monatigen (12-jährigen) männlich-kastrierten Beagle. Das durchschnittliche Alter in der Gruppe 3 ist $72,4 \pm 35,8$ ($\bar{x} \pm s$) Monate ($6,0 \pm 3,0$ Jahre). Die jüngsten Tiere sind 11 Monate, das älteste ist ein 147 Monate (12,25 Jahre) alter männlicher Mischling. Das Durchschnittsalter der Hunde in Gruppe 4 ist $59,8 \pm 48,2$ ($\bar{x} \pm s$) Monate (5 ± 4 Jahre), mit den Extremwerten eines 12 Monaten männlichen Mischling und eines 132 Monate (11 Jahre) alten männlichen Labrador Retrievers.

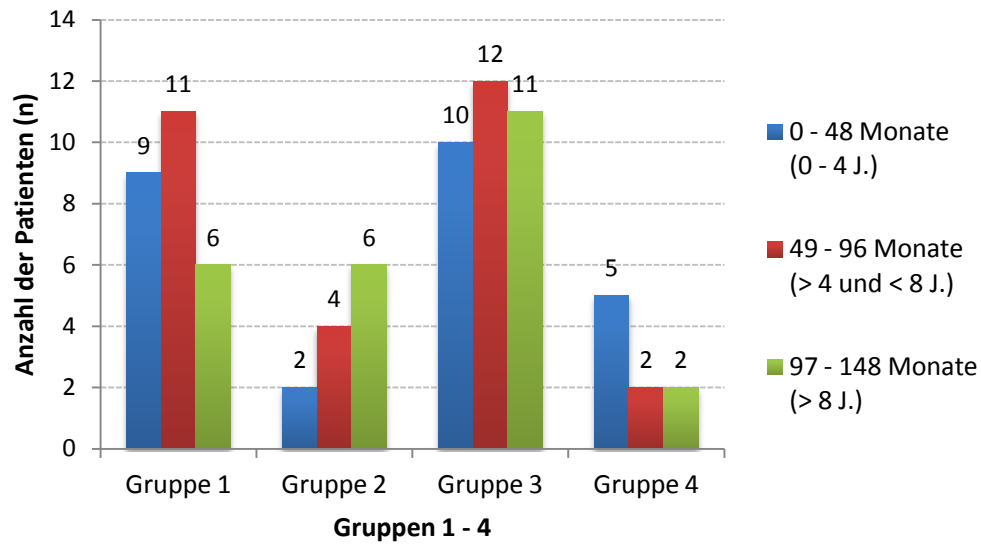


Abbildung 27: Altersaufteilung nach Gruppen 1 - 4 (n = 80)
(siehe Kap. 3.1.1)

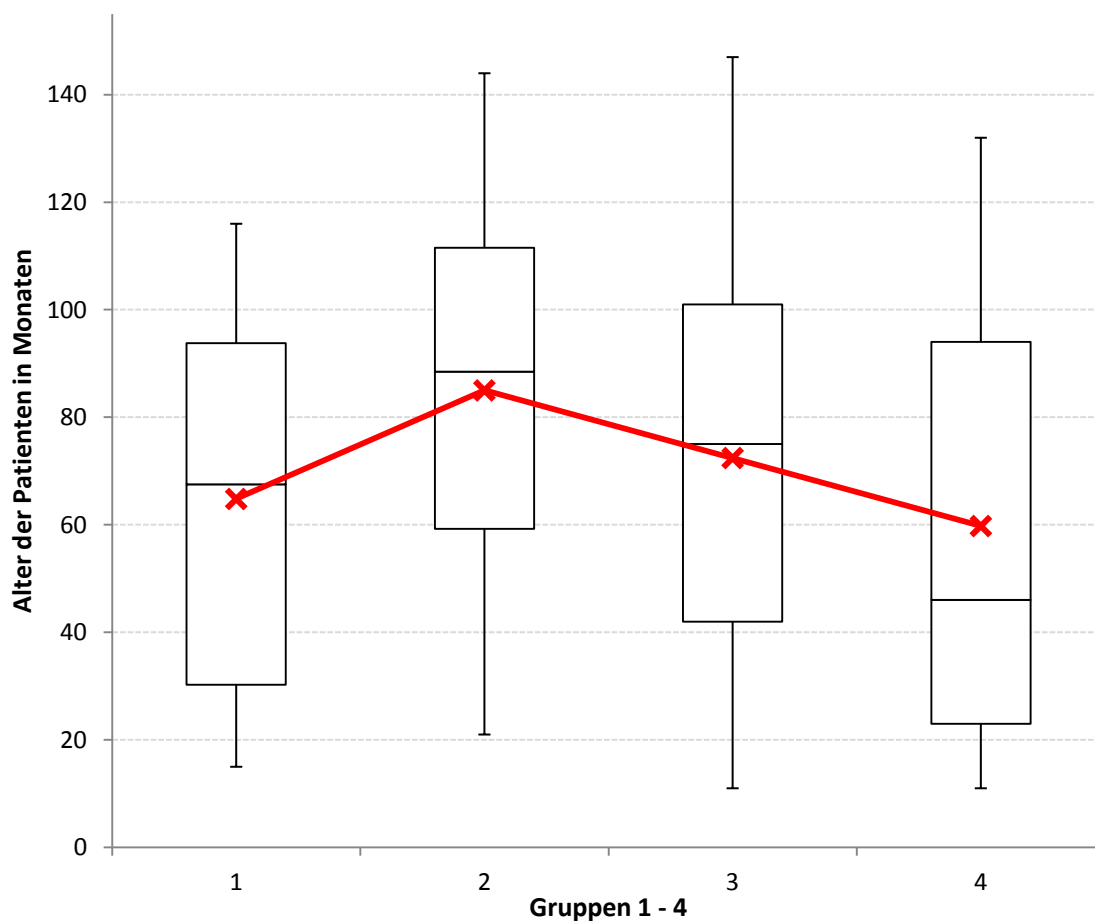


Abbildung 28: Altersverteilung der Patienten in den Gruppen 1 - 4 (n = 80)
(siehe Kap. 3.1.1)
das rote X markiert den Mittelwert (\bar{x})

4.5 Körpermasse der Patienten

Die Körpermasse der Patienten liegt im Mittel bei $34,0 \pm 12,1$ kg ($\bar{x} \pm s$), der Median bei 33 kg. Der leichteste Hund ist ein 12 kg wiegender weiblich-kastrierter Beagle, der schwerste ein Rottweilerrüde mit 69 kg.

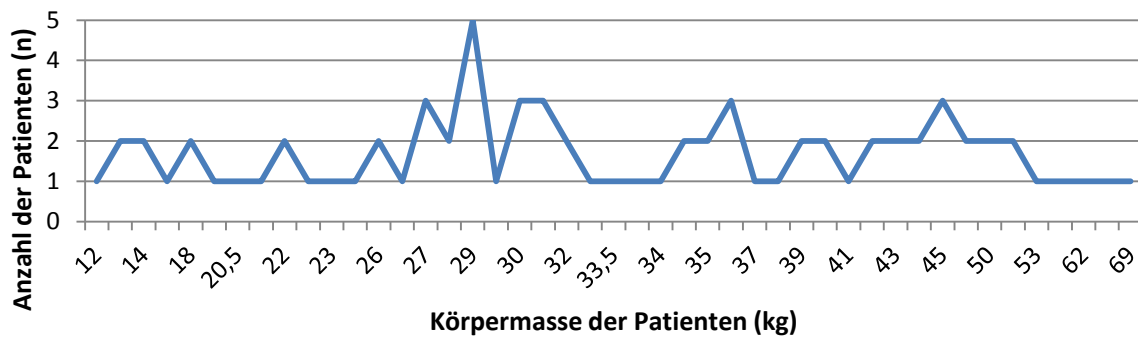


Abbildung 29: Gewichtsverteilung aller Hunde (n = 76)

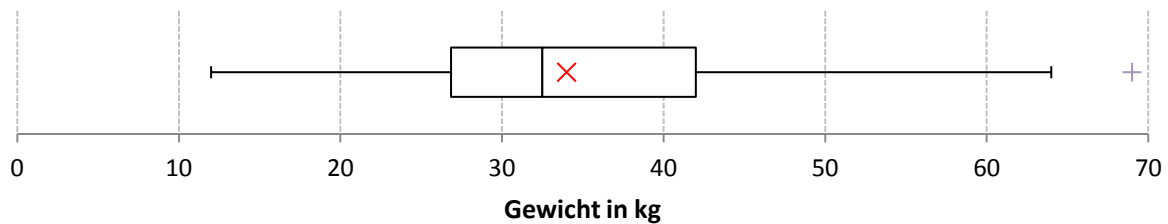


Abbildung 30: Gewichtsverteilung (kg) aller Hunde (n = 76)
das rote X markiert den Mittelwert

Die Gewichtsklasse 2 (siehe Abbildung 31) beinhaltet Hunde mit einer Körpermasse von 21 – 40 kg. 46/76 (60,5 %) der an dieser Untersuchung beteiligten Tiere gehören dieser Gewichtsklasse an. Es folgt die Gewichtsklasse 3 mit Tieren mit einer Körpermasse von über 40 kg, in die 21/76 (27,6 %) der Hunde fallen. Die kleinste Gruppe stellt die Gewichtsklasse 1 mit Patienten mit weniger als 21 kg Körpermasse dar. 9/76 (11,8 %) der untersuchten 76 Tiere gehören dieser Gewichtsklasse an.

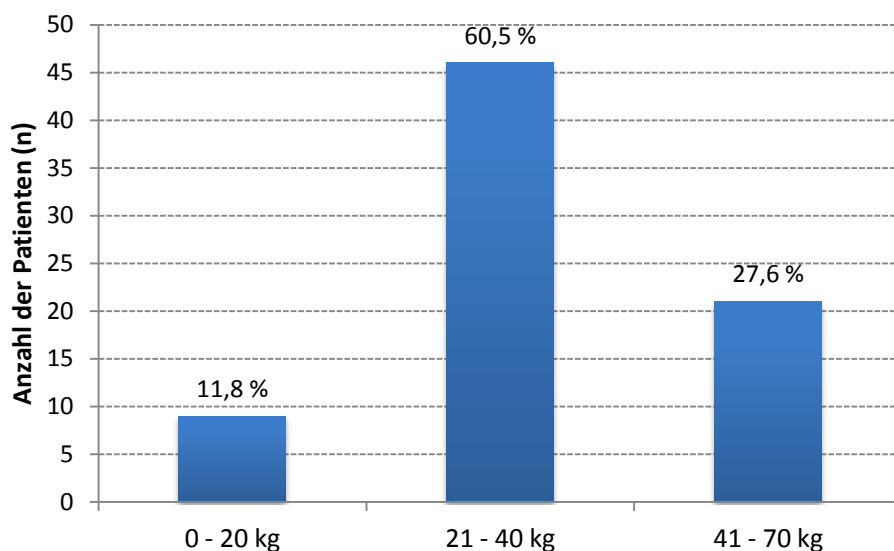


Abbildung 31: Körpergewichtsklassen (1 - 3) im gesamten Patientengut (n = 76)

4.5.1 Körpergewichtsverteilung innerhalb der Gruppen

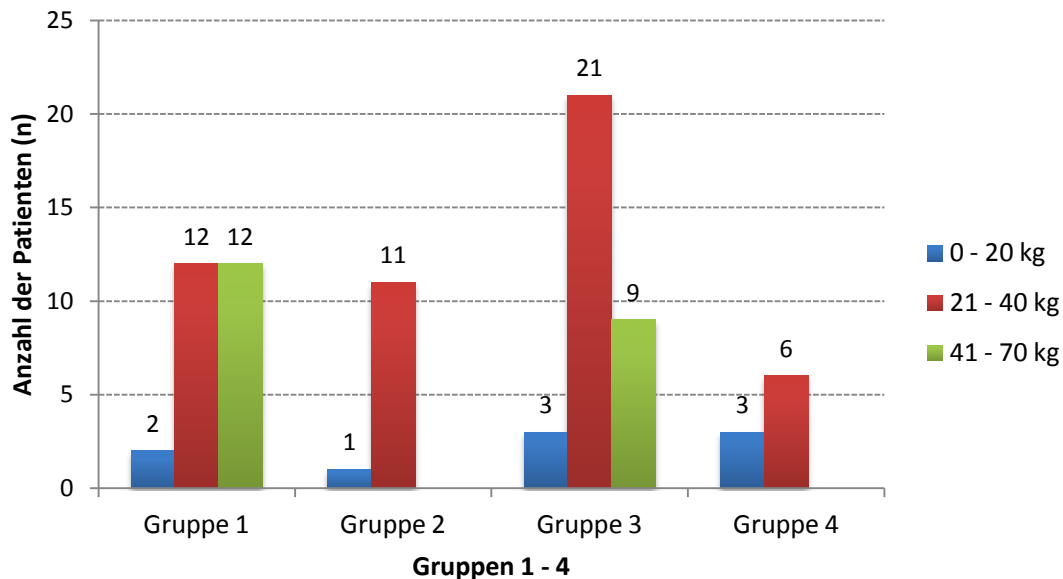


Abbildung 32: Verteilung der Körpergewichtsklassen innerhalb der Gruppen 1 - 4 (n = 80) (siehe Kap. 3.1.1)

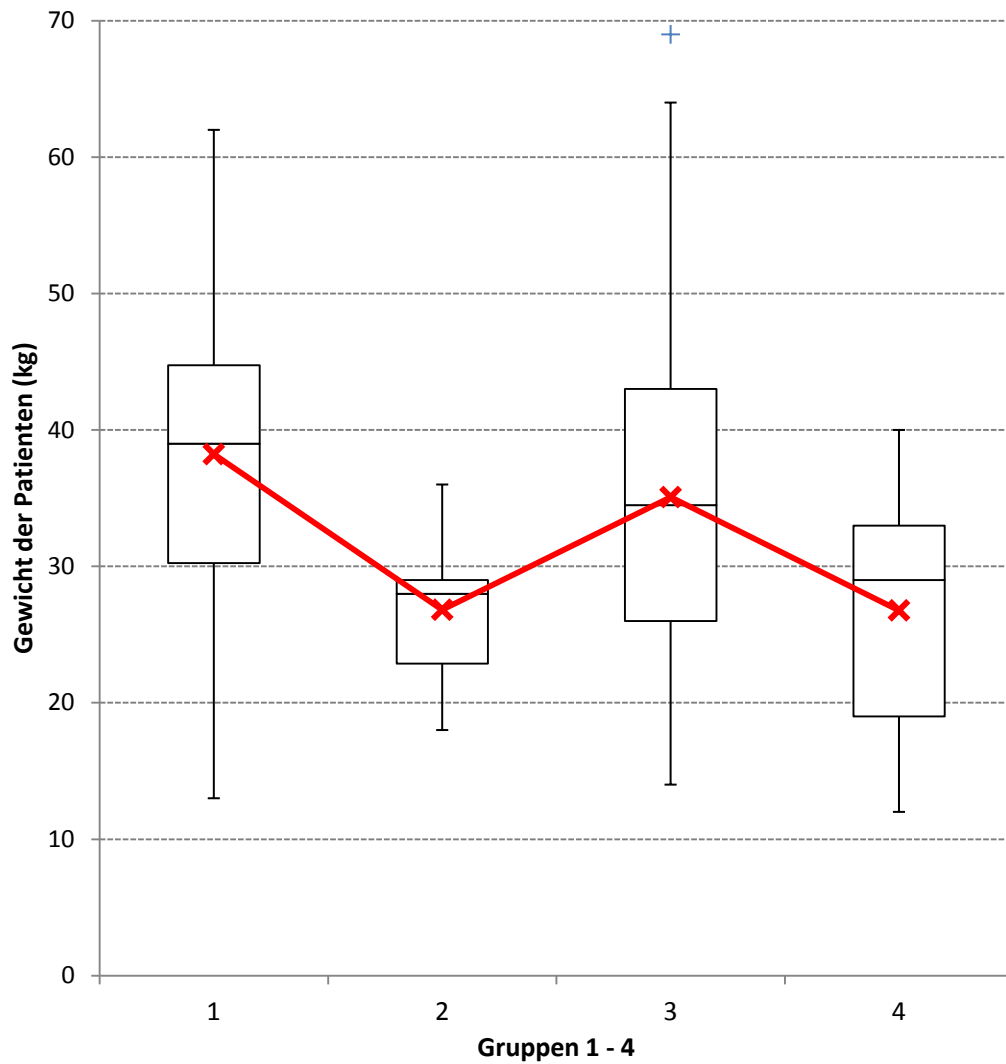


Abbildung 33: Gewichtsverteilung der Patienten der Gruppen 1 - 4 (n = 80)
(siehe Kap. 3.1.1)
das rote X markiert den Mittelwert (\bar{x})

4.6 Lahmheitsgrade prae operationem

Die Zahlenangaben (n = 80) repräsentieren die Zahl der erkrankten Kniegelenke. Zwei von achtzig Knien (2,5 %) zeigen im Rahmen der präoperativen Untersuchung keine Lahmheit. Eine Lahmheit Grad 1 weisen 14/80 Knie (17,5 %) auf, eine Lahmheit Grad 2 zeigen 29/80 (36,3 %). Eine Lahmheit Grad 3 wurde bei 19/80 Knien (23,8 %) und Lahmheit 4. Grades wurde bei 13 (16,3 %) der 80 insgesamt in dieser Studie untersuchten Knie diagnostiziert.

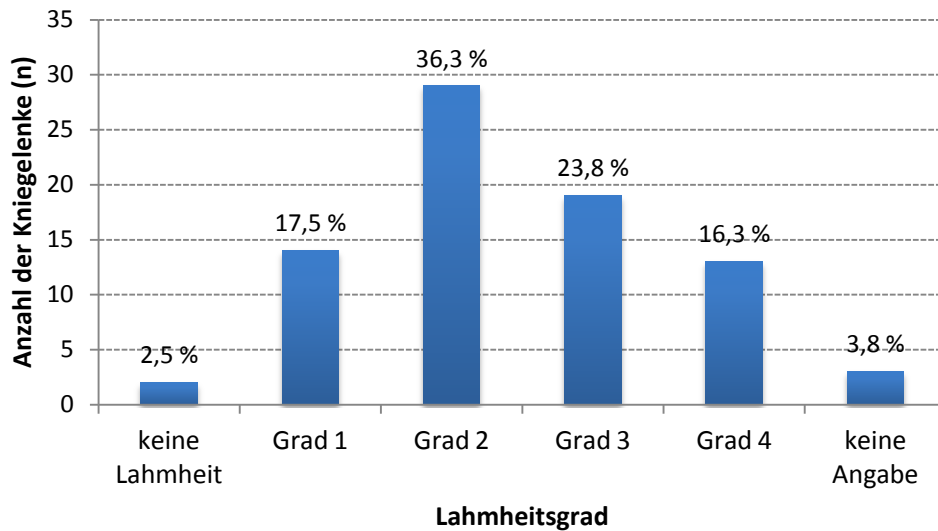


Abbildung 34: Lahmheiten der untersuchten Kniegelenke (n = 80) bei 76 Hunden (siehe Kap. 3.2.3.1)

4.7 Lahmheit 4 Wochen post operationem

In der 4-Wochenkontrolle zeigen 32/59 Knie (54,2 %) keine Lahmheit oder eine Lahmheit Grad 1, 23/59 Knie (39,0 %) zeigen eine Lahmheit Grad 2. Bei 4/59 Knien (6,8 %) ist die Lahmheit nicht zufriedenstellend (Lahmheit Grad 3 und 4). 21/80 (26,3 %) operierte Knie werden zur 4-Wochenkontrolle nicht wiedervorgelegt.

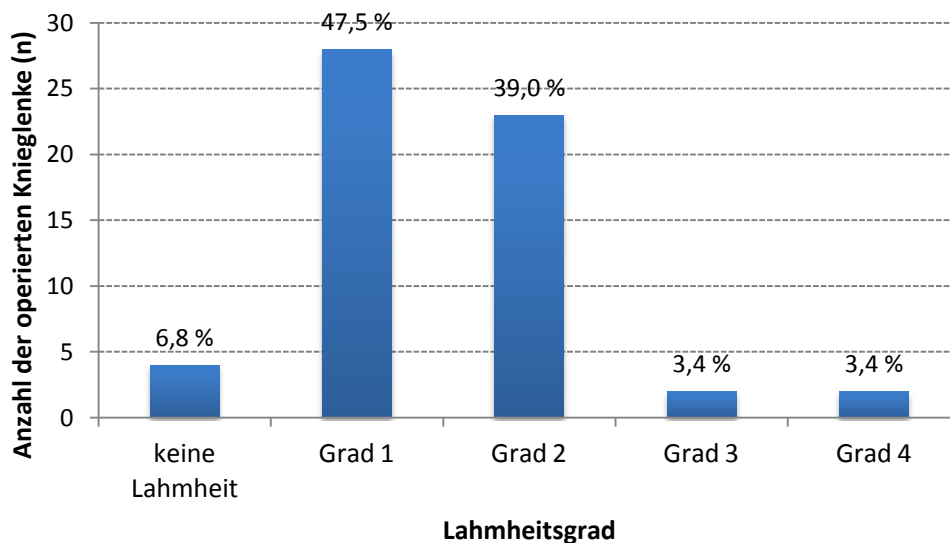


Abbildung 35: Lahmheiten der untersuchten Kniegelenke (n = 80) bei 76 Patienten (siehe Kap. 3.2.3.1)

4.8 Lahmheit 12 Wochen post operationem

Die Zahlenangaben repräsentieren die Zahl der erkrankten Kniegelenke. 21/39 Patienten (53,9 %) zeigen in der Untersuchung 12 Wochen post operationem keine Lahmheit. 12/39 Patienten (30,8 %) zeigen eine geringgradige Lahmheit und 6/39 Patienten (15,4 %) weisen eine Lahmheit Grad 2 auf der operierten Gliedmaße auf. Bei 41/80 (51,3 %) Patienten konnte keine Lahmheitsuntersuchung 12 Wochen post operationem stattfinden.

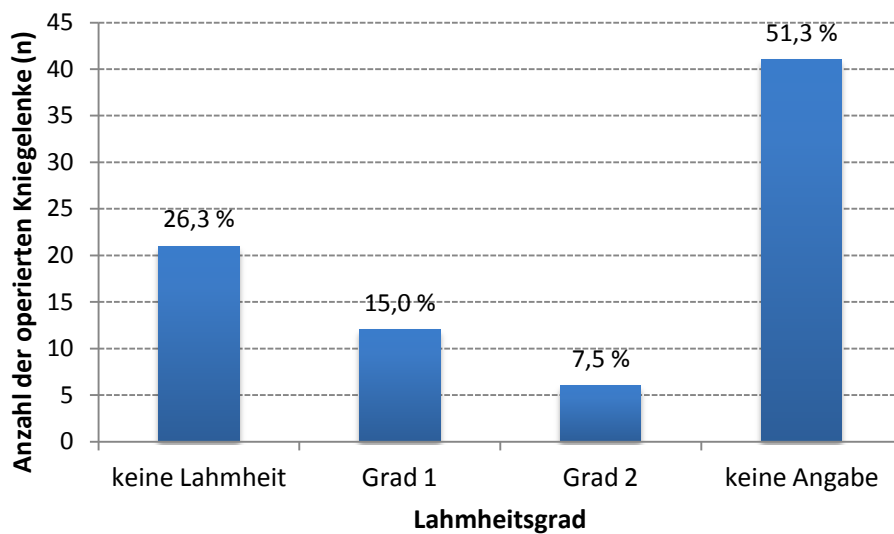


Abbildung 36: Lahmheiten der operierten Kniegelenke (n = 80) bei 76 Hunden (siehe Kap. 3.2.3.1)

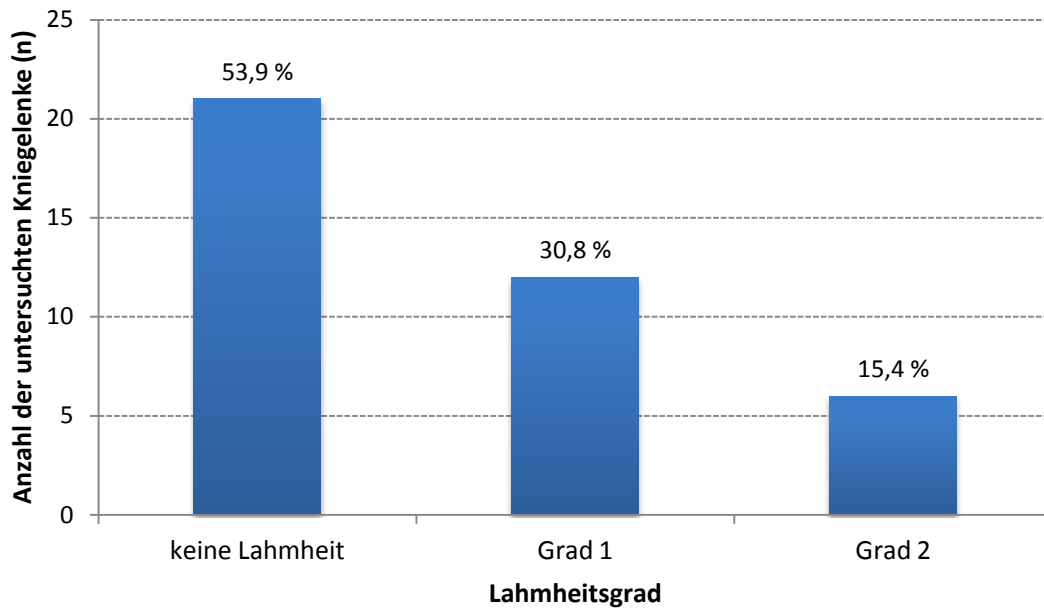


Abbildung 37: Lahmheiten der untersuchten Kniegelenke (n = 39)
(siehe Kap. 3.2.3.1)

4.9 Dauer der Lahmheit prae operationem

Die untersuchten Patienten zeigten im Durchschnitt eine Lahmheit seit $80,3 \pm 78,7$ Tagen ($\bar{x} \pm s$), median beträgt die Lahmheit 56 Tage bis zur Erstvorstellung und Diagnosestellung in unserem Hause.

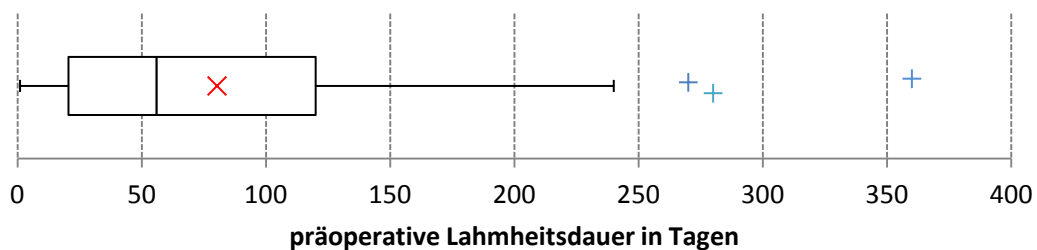


Abbildung 38: Dauer der Lahmheit bei Diagnosestellung
das rote X markiert den Mittelwert (\bar{x})

4.10 Schubladen- und Tibiakompressionstest prae operationem

Präoperativ wird die Stabilität des Kniegelenkes durch den Operateur mit dem Schubladen- und Tibiakompressionstest überprüft (siehe Kap. 3.2.3.2 und 3.2.3.3). Die Ergebnisse dieser Tests sind in Abbildung 39 dargestellt.

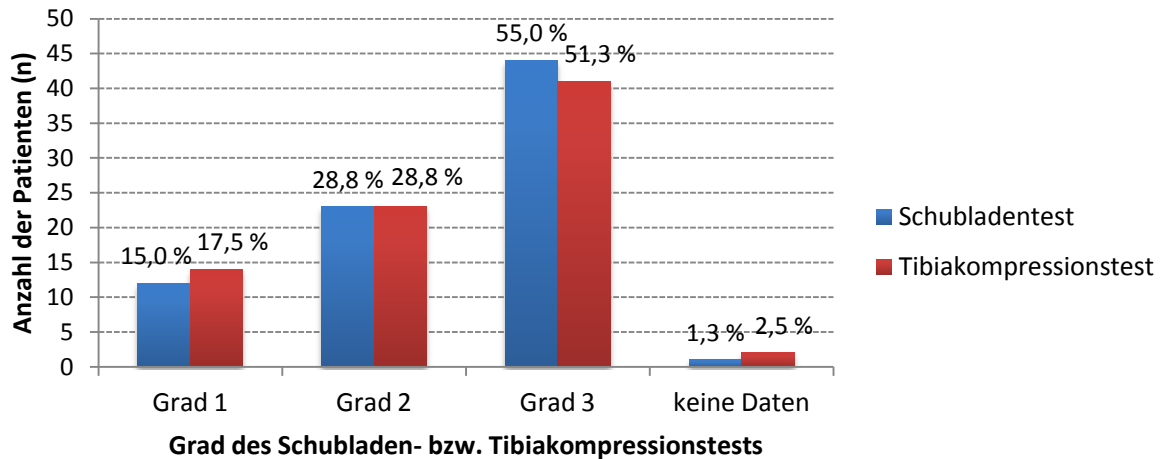


Abbildung 39: Schubladen- und Tibiakompressionstest bei den operierten Kniegelenken (n = 80)
(siehe Kap. 3.2.3.2 und 3.2.3.3)

4.11 Vorkommen von Teilrupturen und vollständigen Kreuzbandrupturen

Bei den in dieser Studie untersuchten 80 Kniegelenken von 76 Patienten teilen sich die Diagnosen wie folgt auf. 26 Kniegelenke weisen einen einseitigen rechten, 31 Kniegelenke einen einseitig linken vorderen Kreuzbandriss auf. Bei 11 Kniegelenken wurde ebenfalls ein kontralateraler Kreuzbandriss diagnostiziert. 7 Kniegelenke zeigen eine Teilruptur des cranialen Kreuzbandes rechts und nur 3 Knie eine craniale Teilruptur links. Bei einem Patienten ist ein beidseitiger Kreuzbandanriss zu diagnostizieren (entspricht 2 Kniegelenken). Bei 3 Patienten kommt es zu einer Ruptur des vorderen Kreuzbandes der 2. Seite im Verlauf der Studie.

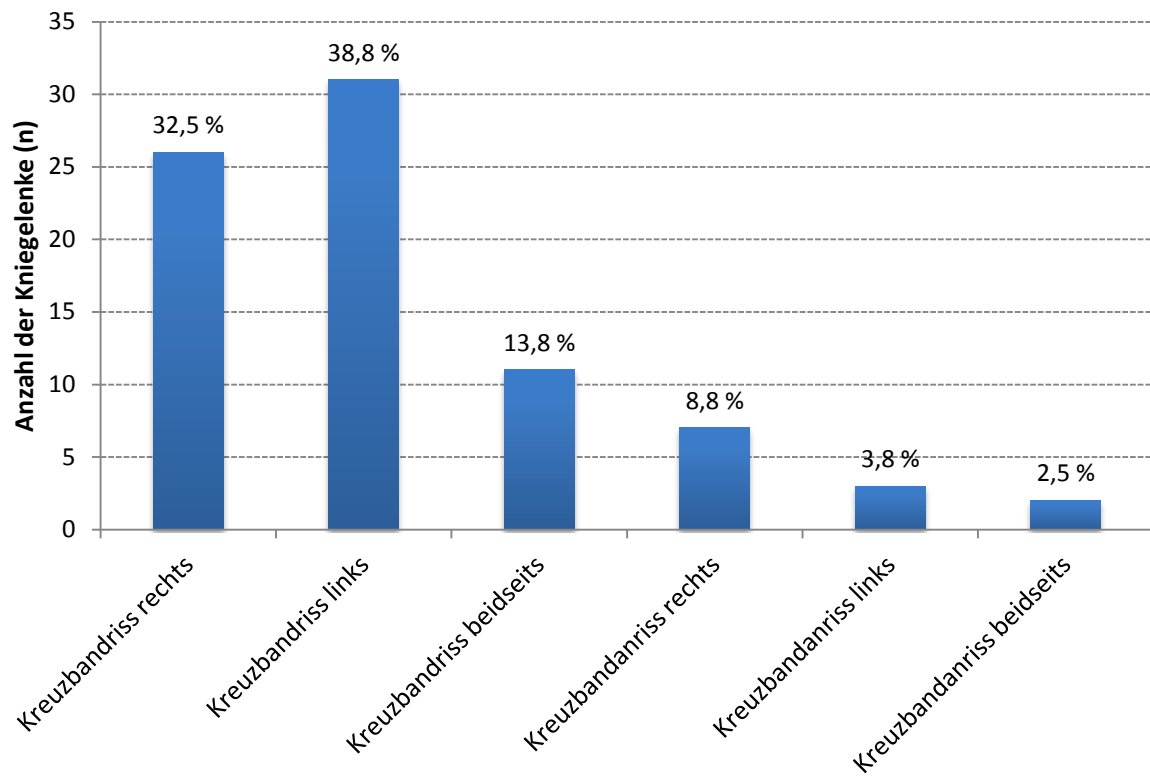


Abbildung 40: Diagnostizierte Kreuzbandrisstypen bei 80 Kniegelenken

4.12 Lokalisation der durchgeführten Operationen

Im Rahmen dieser Untersuchung werden je 40 linke und rechte Kniegelenke bei 76 Patienten operiert. Auf die Untersuchungsgruppen (siehe Kap. 3.1.1) verteilen sich diese wie folgt:

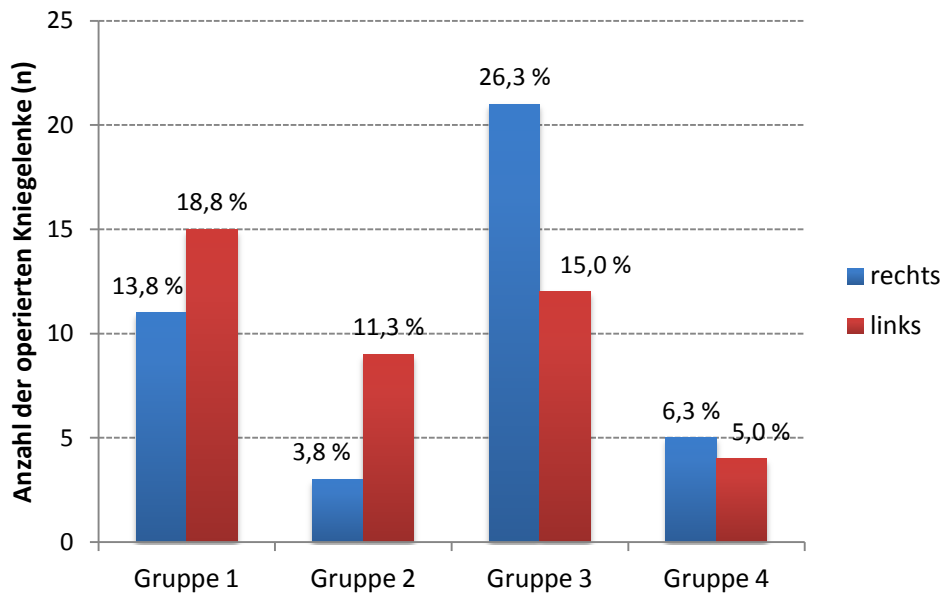


Abbildung 41: Verteilung der rechten und linken operierten Kniegelenke auf die klinischen Gruppen 1 - 4 (n = 80) (siehe Kap. 3.1.1)

4.13 Meniskopathien

Die Diagnose einer Meniskopathie erfolgt in dieser Studie anhand der klinischen Untersuchung in Narkose prae operationem (siehe Kap. 3.2.3.4). Dabei finden das klinische Ausmaß der Streckhemmung des Knies und der sogenannte Meniskusklick, als Zeichen für ein Umklappen des Hinterhorns des medialen Meniskus, besondere Beachtung. Es wurde bei 23 von 80 zu operierenden Kniegelenken (28,75 %) ein gravierender Meniskusschaden festgestellt. Bei diesen 23 Kniegelenken wird ein Meniscal Release durchgeführt.

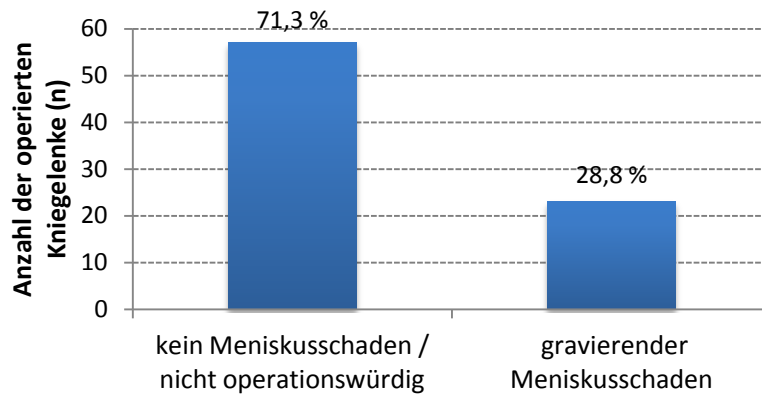


Abbildung 42: Klinisch diagnostizierte gravierende Meniskusschäden bei 80 Kniegelenken

Tiere, bei denen ein Meniscal Release durchgeführt wurde, werden jeweils in die Untergruppe „b“ eingeteilt (siehe Kap. 3.1.1). Die Verteilung der Meniscal Releases in den verschiedenen Gruppen ist in Abbildung 43 dargestellt.

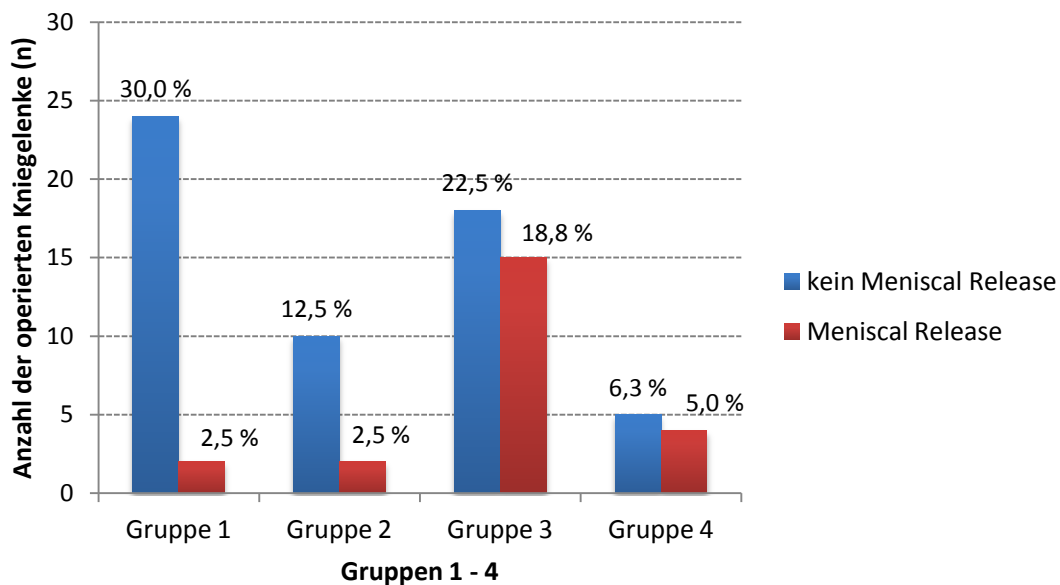


Abbildung 43: Durchgeführte Meniscal Releases aufgeteilt nach Gruppe 1 – 4 (siehe Kap. 3.1.1)

4.14 Präoperativ gemessener Tibiaplateauwinkel (TPA)

Die Messung des Tibiaplateauwinkels erfolgt wie bereits beschrieben (siehe Kap. 3.3.1). Der durchschnittliche Tibiaplateauwinkel im Patientengut beträgt $23,7 \pm 4,1^\circ$ ($\bar{x} \pm s$), der Median beträgt 24° , mit einer Reichweite von 14 bis 35° .

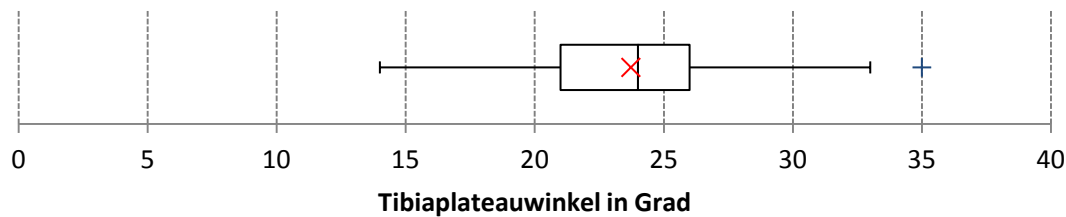


Abbildung 44: Tibiaplateauwinkel im Patientengut
das rote X markiert den Mittelwert (\bar{x})

4.14.1 Osteotomien und Schwenkung des Tibiaplateaus

Die bei den TPLOs durchgeführten Osteotomien werden mit unterschiedlichen Sägeblattgrößen durchgeführt. Die Verteilung ist in Abbildung 45 aufgeführt.

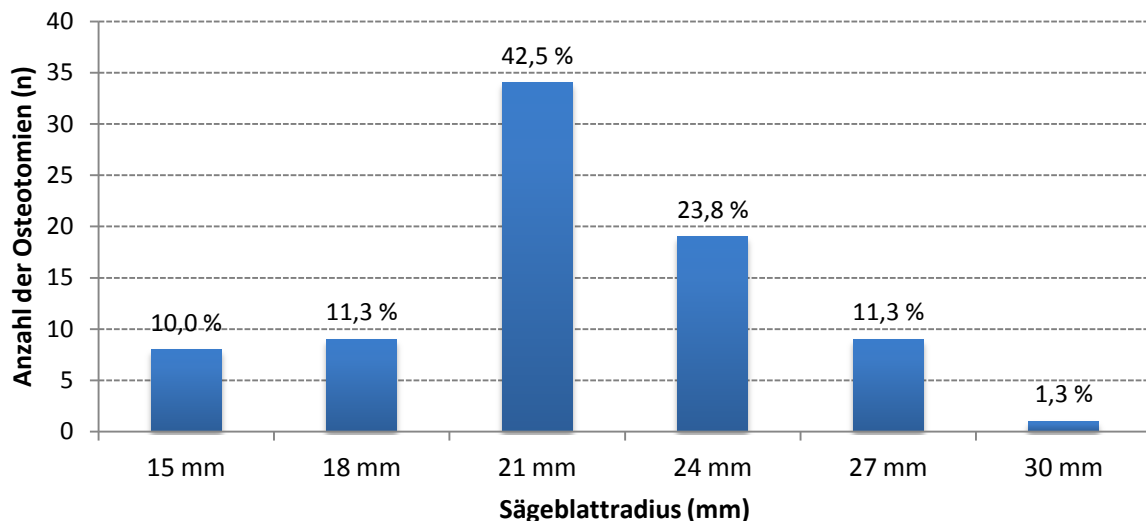


Abbildung 45: Verwendete Sägeblattgrößen (entspricht Sägeblattradius in mm)

Abhängig von der Sägeblattgröße und dem Tibiaplateauwinkel wird das Tibiaplateau um die vorher ermittelte Distanz nach caudal geschwenkt (siehe Kap. 3.5).

Sägeblattradius (mm)	15	18	21	24	27	30
Ø-Distanz (mm \pm s) ¹	6,63 \pm 1,1	5,9 \pm 1,1	6,4 \pm 1,3	7,2 \pm 1,4	9,3 \pm 1,7	9,0
Median (mm) ²	6,9	5,8	6,1	8,0	10,0	9,0
Anzahl (n)	8	9	34	19	9	1

Tabelle 2: Geschwenkte Distanz in Abhängigkeit vom Sägeblattradius

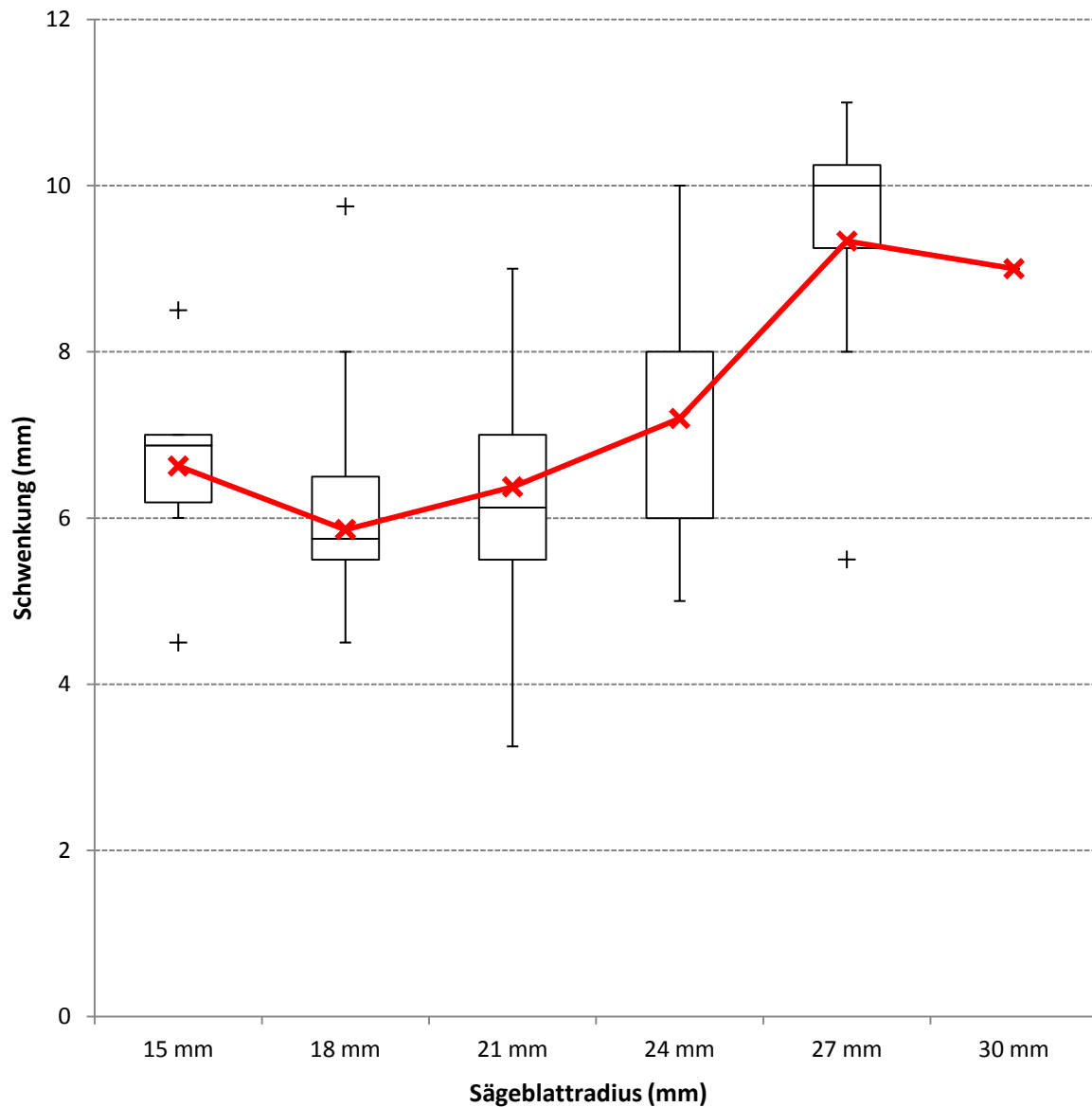


Abbildung 46: Geschwenkte Distanz in Abhängigkeit vom Sägeblattradius (mm)
das rote X markiert den Mittelwert (\bar{x})

¹ Durchschnittlich geschwenkte Distanz in mm mit Standardabweichung s

² Median der geschwenkten Distanzen in mm

4.15 Verwendete Implantate

Im Rahmen der 80 Operationen dieser Untersuchung werden folgende in Tabelle 3 aufgeführte Implantate verwendet.

Plattengröße (mm) Plattenhersteller	2,7	3,5 small	3,5	3,5 broad	gesamt
Synthes¹	8	X ²	41	10	59
NGD³	10	6	5	0	21

Tabelle 3: Verwendete Implantate

4.16 Veränderung der Arthrosen von 0 auf 4 Wochen post operationem

Im Zeitraum der ersten vier Wochen post operationem nehmen die Arthrosen (siehe Kap. 3.3.2) über alle Gruppen um $1,4 \pm 1,7$ ($\bar{x} \pm s$) Punkte zu (siehe Abbildung 49). Die Veränderung der Arthrose ist Tabelle 4 zu entnehmen. Bei 12,0 % (7/58) nimmt die Arthrose postoperativ in diesem Zeitraum ab, bei 15,5 % (9/58) bleibt sie unverändert. Eine Zunahme arthrotischer Veränderungen tritt bei 72,4 % (42/58) der untersuchten Tiere auf.

Gruppe	1	2	3	4	alle
\bar{x} (Punkte)	1,1	2,3	1,6	0,5	1,4
s (Punkte)	1,6	1,7	1,7	1,5	1,7
n	18	9	25	6	58

Tabelle 4: Veränderung der Arthrose nach 4 Wochen in den Gruppen 1 - 4

Mit einer zweifaktoriellen Varianzanalyse wird auf signifikante Einflüsse auf die Veränderung der Arthrosen untersucht. Der Einfluss der Operateurgruppe ($p = 0,20$) oder der

¹ Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Plate[®], Synthes GmbH, Umkirch

² existiert nicht zum Zeitpunkt der Studie

³ Unity Cruciate Plate[®], NGD, Glen Rock, USA

Einfluss des Plattentyps ($p = 0,83$) ist nicht signifikant. Signifikant ist jedoch die Wechselwirkung zwischen Operateurgruppe und Plattentyp ($p = 0,026$). Dabei zeigen die Kniegelenke, die von einem Resident mit einer NGD¹-Platte versorgt wurden, eine stärkere Zunahme der Arthrosen ($2,3 \pm 1,7$ ($\bar{x} \pm s$) Punkte) als Kniegelenke, die mit der Synthesplatte versorgt wurden ($1,1 \pm 1,6$ ($\bar{x} \pm s$) Punkte). Im Gegensatz dazu zeigen beim erfahrenen Operateur die Kniegelenke, welche mit einer Synthesplatte² versorgt wurden, eine stärkere Zunahme der Arthrosen ($1,6 \pm 1,7$ ($\bar{x} \pm s$) Punkte) als Kniegelenke, die mit der NGD-Platte ($0,5 \pm 1,5$ ($\bar{x} \pm s$) Punkte) fixiert wurden.

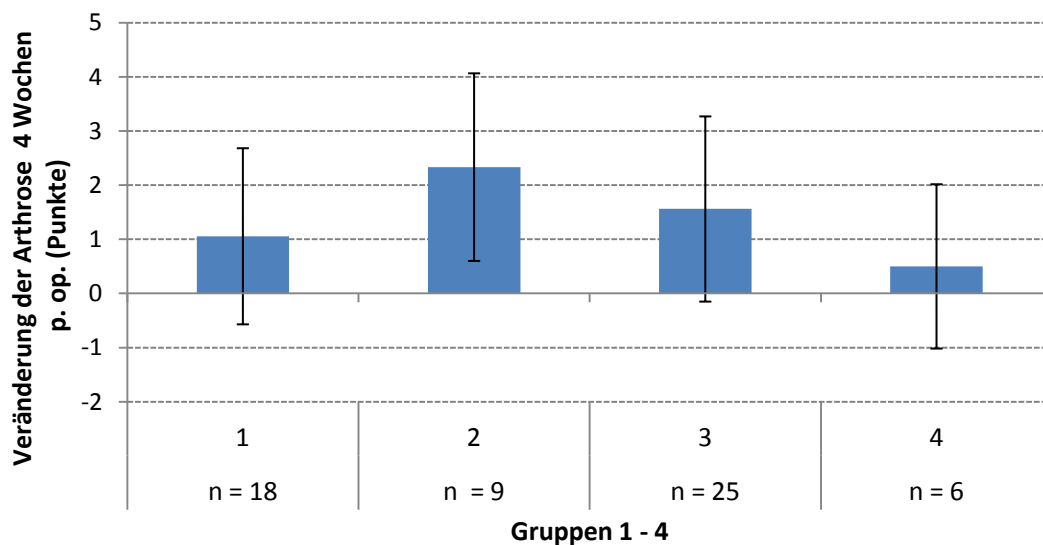


Abbildung 47: Veränderung der Arthrose 4 Wochen p. op. in den Gruppen 1 - 4 ($\bar{x} \pm s$) (Punkte)

4.17 Veränderung der Arthrosen von 0 auf 12 Wochen post operationem

Im Zeitraum der ersten 12 Wochen post operationem nehmen die Arthrosen (siehe Kap. 3.3.2) über alle Gruppen um $2,1 \pm 2,2$ ($\bar{x} \pm s$) Punkte zu (siehe Abbildung 49). Die Veränderung der Arthrose ist Tabelle 5 zu entnehmen. Bei 10 % (4/40) nimmt die Arthrose postoperativ in diesem Zeitraum ab, bei 17,5 % (7/40) bleibt sie unverändert und eine Zunahme arthrotischer Veränderungen tritt bei 72,5 % (29/40) der untersuchten Tiere auf.

¹ Unity Cruciate Plate[®], NGD, Glen Rock, USA

² Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Plate[®], Synthes GmbH, Umkirch

Gruppe	1	2	3	4	alle
\bar{x} (Punkte)	2,3	1,8	2,2	-1,0	2,1
s (Punkte)	2,4	1,3	2,3	-	2,2
n	15	5	19	1	40

Tabelle 5: Veränderung der Arthrose 12 Wochen p. op. in den Gruppen 1 - 4

Der Einfluss der Operateurgruppe ($p = 0,27$), des Plattentyps ($p = 0,16$) oder die Wechselwirkung zwischen Operateurgruppe und Plattentyp ($p = 0,29$) ist nicht signifikant.

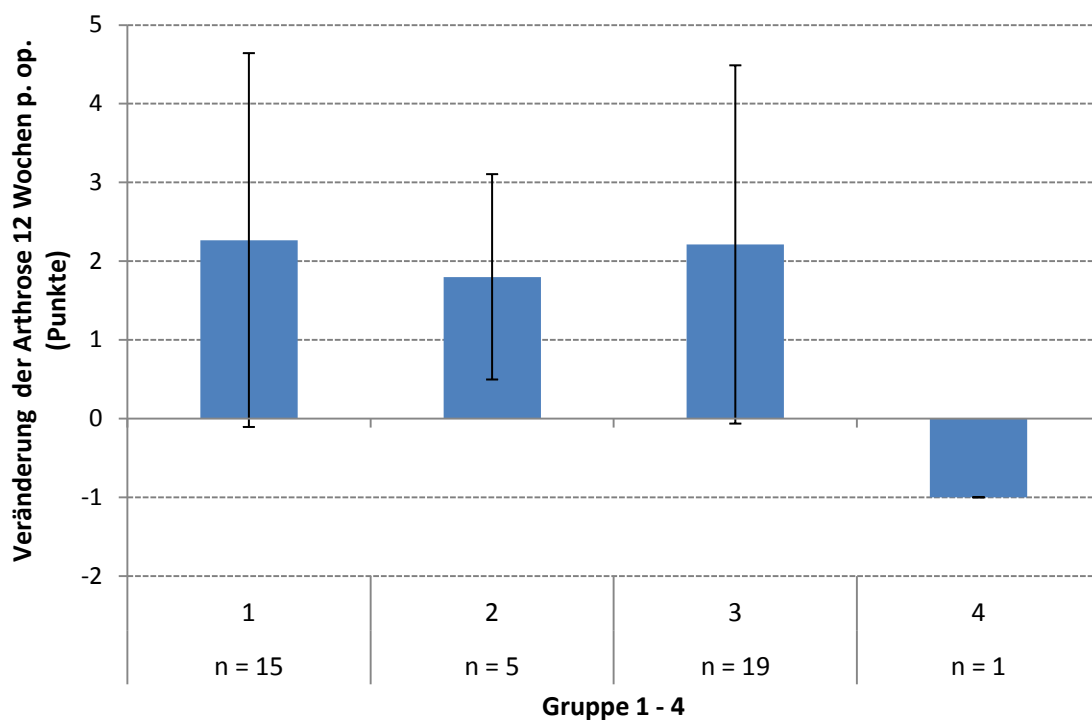


Abbildung 48: Veränderung der Arthrose 12 Wochen p. op. in den Gruppen 1 - 4 ($\bar{x} \pm s$) (Punkte)

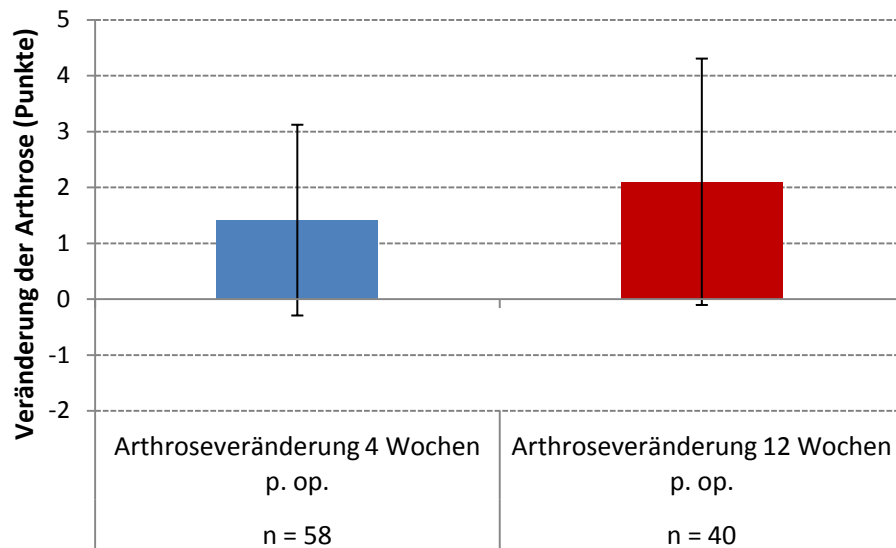


Abbildung 49: Veränderung der Gonarthrose im Zeitraum 4 und 12 Wochen p. op. über alle Gruppen

4.18 Dauer der gesamten Operation (TPLO)

Die Operationsdauer (siehe Kap. 3.5) beträgt im Durchschnitt aller Operationen $83,1 \pm 19,7$ Minuten ($\bar{x} \pm s$). Der Median liegt bei 80 Minuten.

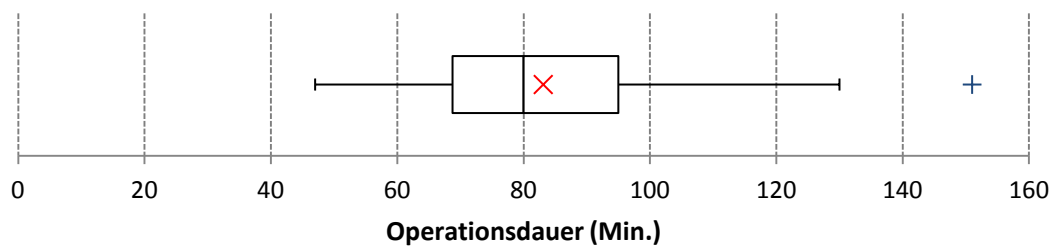


Abbildung 50: Operationsdauer aller durchgeführten TPLOs (n = 80)

Die durchschnittliche Operationsdauer sowie die Standardabweichung in den Gruppen 1 bis 4 sind in Tabelle 6 aufgeführt. Mit einer Varianzanalyse wird nach signifikanten Einflussfaktoren auf die Operationsdauer sowie deren Wechselwirkungen untersucht. Hierbei zeigt sich, dass der Einfluss des Chirurgen auf die Operationsdauer signifikant ist

($p = 0,0088$), und dabei der erfahrenere Chirurg schneller ist (Gruppen 1 und 2, siehe Tabelle 8, S.72).

Gruppe	1	2	3	4	alle
\bar{x} (Min.)	71,46	74,5	93,70	89,45	83,1
s (Min.)	16,05	7,76	20,10	16,07	19,67
n	26	12	33	9	80

Tabelle 6: Durchschnittliche Operationsdauer in Minuten mit Standardabweichung in den Gruppen 1 - 4

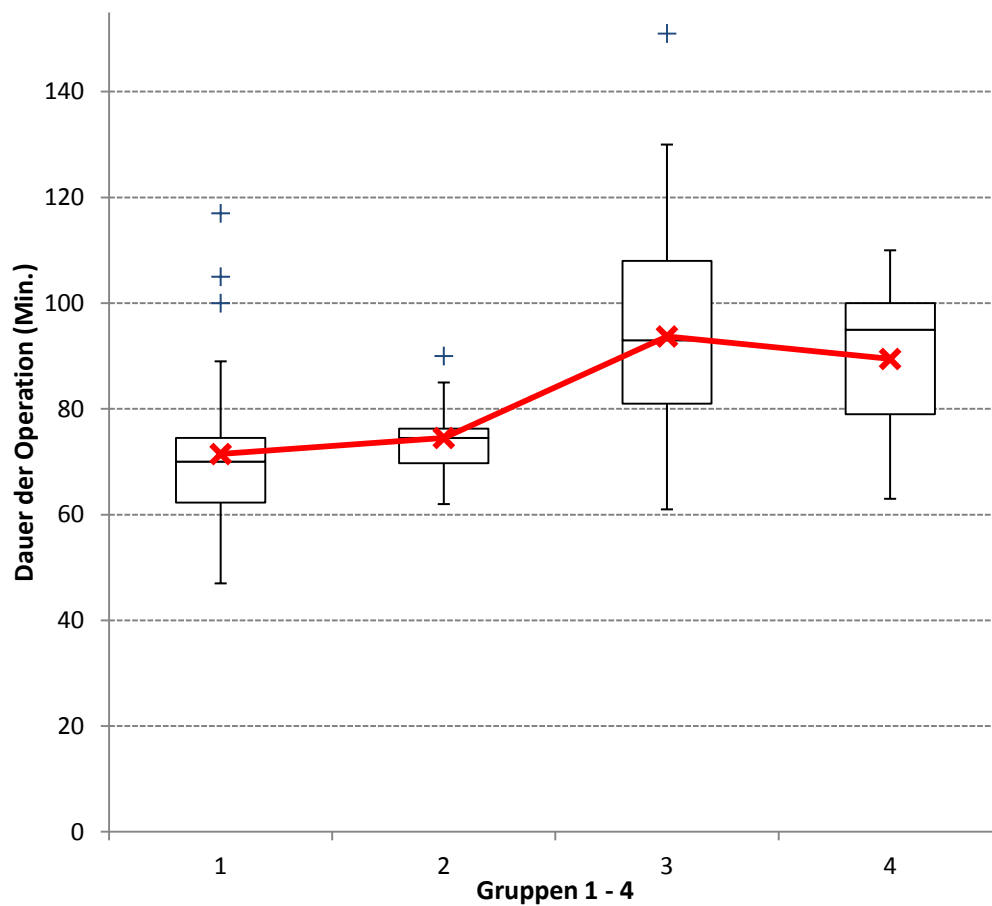


Abbildung 51: Dauer der Operation nach Gruppen 1 - 4 ($n = 80$)
(siehe Kap. 3.1.1)
das rote X markiert den Mittelwert (\bar{x})

Einen ebenfalls signifikanten Einfluss hat die Tatsache, dass ein Meniscal Release durchgeführt wird. Operationen bei denen ein Meniscal Release durchgeführt wird, dauern durchschnittlich $96,8 \pm 14,2$ Minuten ($\bar{x} \pm s$), Operationen ohne Meniscal Release dauern $77,6 \pm 18,9$ Minuten ($\bar{x} \pm s$) und sind damit signifikant kürzer ($p = 0,0093$). Diese Zeitdifferenz beträgt durchschnittlich 19,2 Minuten. Signifikante Wechselwirkungen zwischen einzelnen Einflussfaktoren treten nicht auf.

Gruppe	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	ohne MR	mit MR
\bar{x} (Min.)	70,5	82,5	73,9	77,5	88	100,5	81,4	99,5	77,6	96,8
s (Min.)	15,6	24,8	8,4	3,5	23,7	12,3	15,9	10,5	18,9	14,2
n	24	2	10	2	18	15	5	4	57	23

Tabelle 7: Operationsdauer in Minuten mit und ohne Meniscal Release (MR)

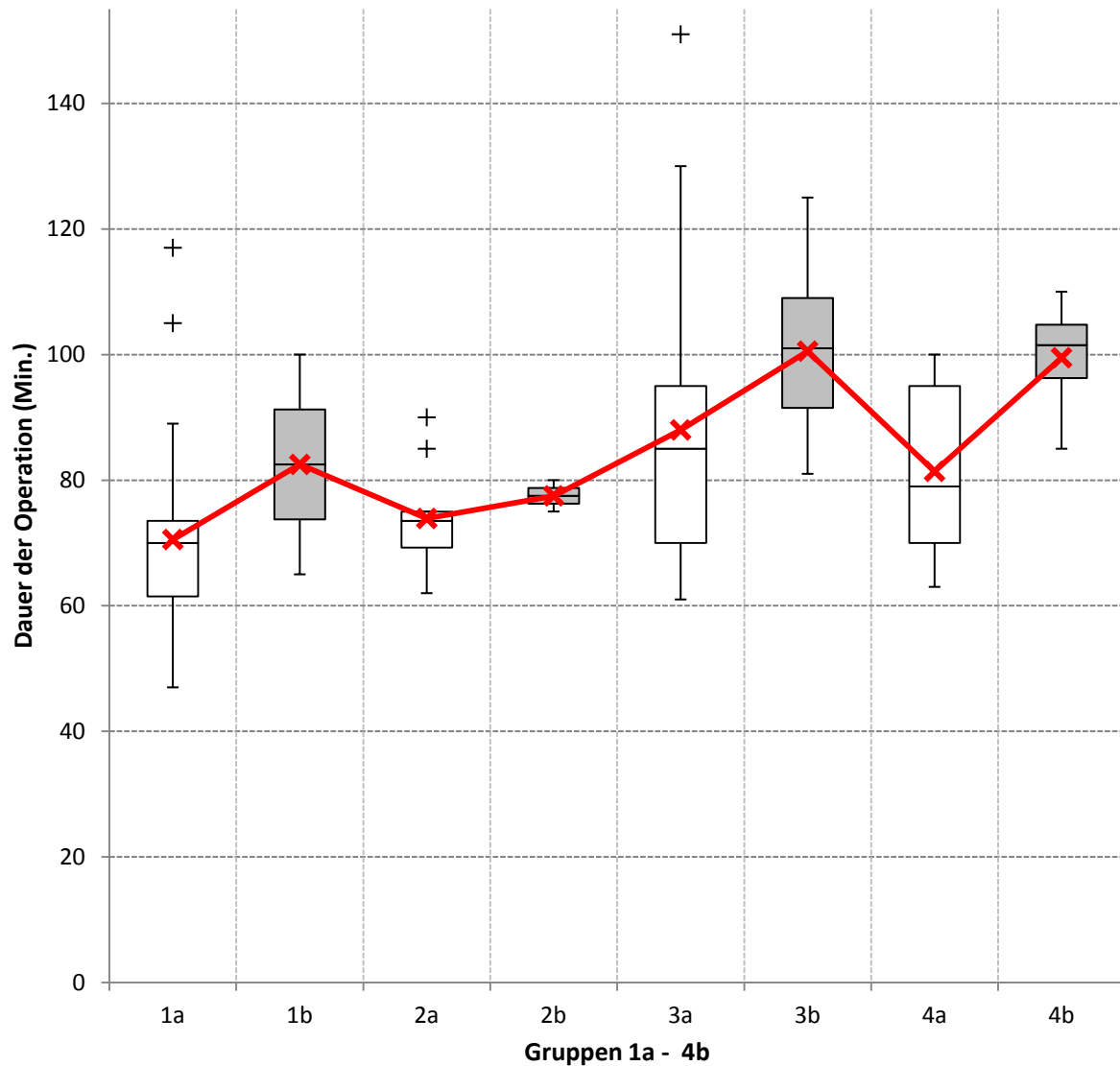


Abbildung 52: Operationsdauer nach Untergruppen (n = 80)

(siehe Kap. 3.1.1)

bei „a“ wurde kein und bei „b“ (graue Boxen) wurde ein Meniscal Release durchgeführt
das rote X markiert den Mittelwert (\bar{x})

Operateurgruppe	erfahrenerer Operateur	Resident des ECVS
\bar{x} (Min.)	72,4	92,8
s (Min.)	13,9	19,2
n	38	42

Tabelle 8: Operationsdauer (TPLO) in Minuten nach Operateurgruppe

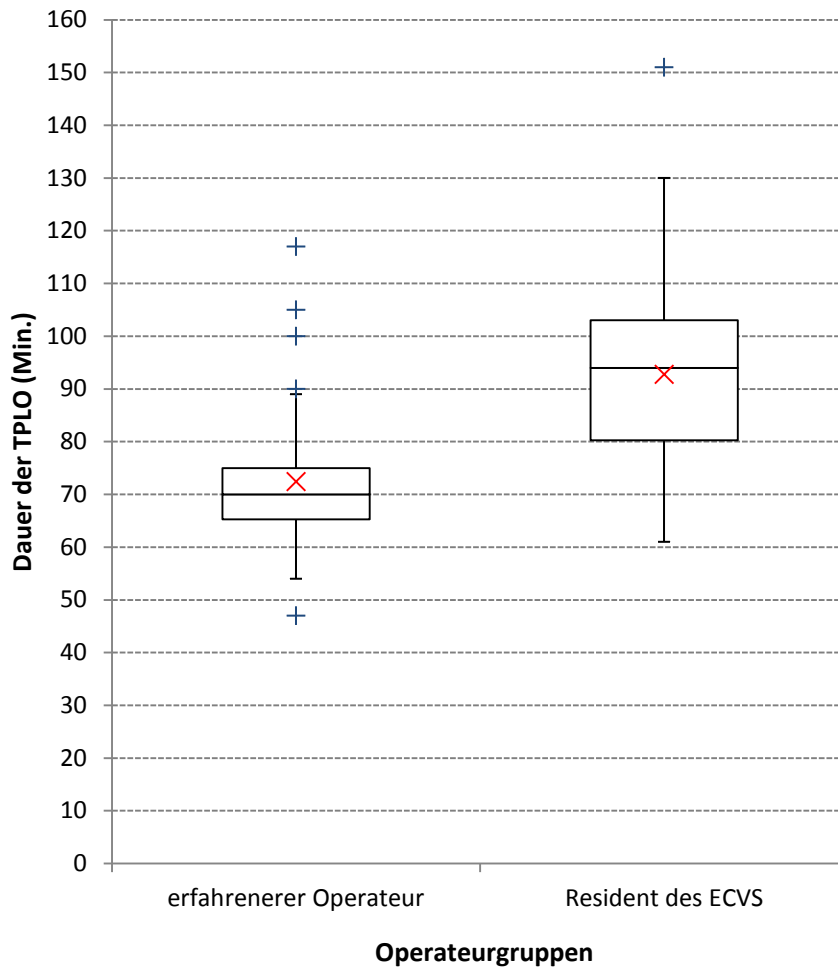


Abbildung 53: Dauer der Operation in Minuten beim erfahreneren Chirurgen bzw. Resident des ECVS ($n = 80$), der Unterschied ist signifikant ($p = 0,0088$) das rote X markiert den Mittelwert (\bar{x})

Die Operationsdauer bei der Synthesplatte¹ ($83,9 \pm 21,4$ Minuten ($\bar{x} \pm s$)) unterscheidet sich nicht signifikant ($p = 0,87$) von der Operationsdauer der NGD-Platte² ($80,9 \pm 13,9$ Minuten ($\bar{x} \pm s$)).

¹ Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Plate[®], Synthes GmbH, Umkirch

² Unity Cruciate Plate[®], NGD, Glen Rock, USA

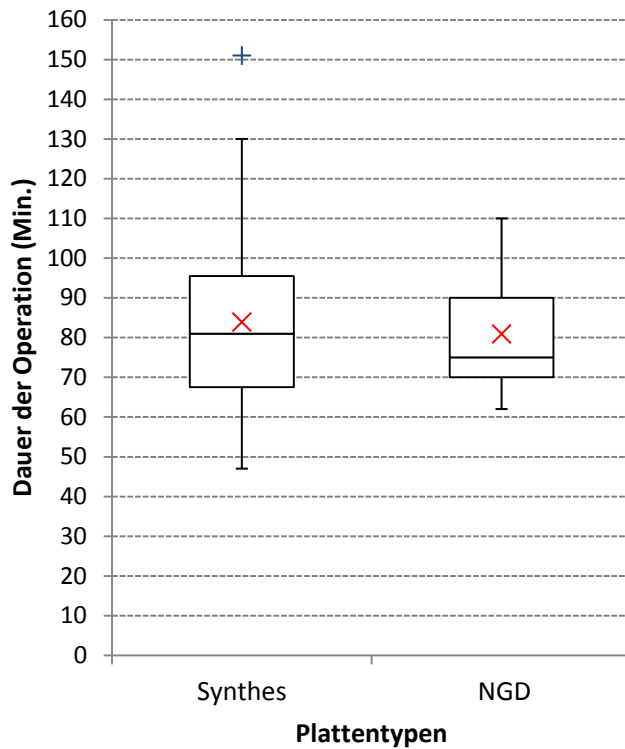


Abbildung 54: Operationsdauer (TPLO) in Minuten unterteilt nach Plattentypen unabhängig vom Operateur ($n = 80$), der Unterschied ist nicht signifikant ($p = 0,87$) das rote X markiert den Mittelwert (\bar{x})

Einen signifikanten Einfluss auf die Dauer der Operation hat die Plattengröße ($p = 0,0005$). Hierbei zeigt sich, dass die Operationszeit mit zunehmender Plattengröße steigt (siehe Tabelle 9). Wird eine kleine Platte implantiert (2,7 mm oder 3,5 mm small) liegt die Operationsdauer bei $78,2 \pm 12,6$ Minuten ($\bar{x} \pm s$). Beim Einsatz der 3,5 mm Platte liegt die OP-Zeit bei $83,1 \pm 22,0$ Minuten ($\bar{x} \pm s$). Am längsten benötigt die Operation bei der 3,5 mm broad Platte mit $95,0 \pm 18,8$ Minuten ($\bar{x} \pm s$).

Plattengröße	3,5 mm small / 2,7 mm	3,5 mm	3,5 mm broad
\bar{x} (Min.)	78,2	83,1	95,0
s (Min.)	12,6	22,0	18,8
n	24	46	10

Tabelle 9: Operationsdauer in Minuten nach Plattengröße

4.19 Dauer der Implantation

Die Implantationsdauer (siehe Kap. 3.5) beträgt im Durchschnitt aller Operationen $18,4 \pm 6,7$ Minuten ($\bar{x} \pm s$). Der Median liegt bei 17 Minuten. Der Einfluss der Faktoren Operateurgruppe, Plattenhersteller/-typ, Plattengröße sowie deren Wechselwirkungen werden mit einer dreifaktoriellen Varianzanalyse untersucht.

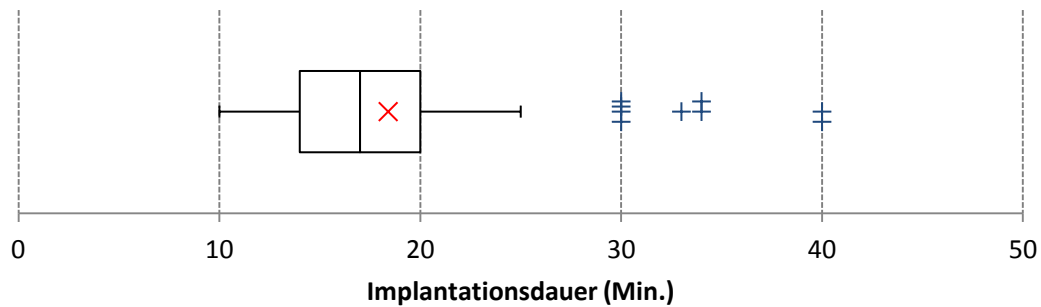


Abbildung 55: Dauer der Implantation bei allen Operationen ($n = 80$)
das rote X markiert den Mittelwert (\bar{x})

Die durchschnittliche Implantationsdauer mit Standardabweichung ist in Tabelle 10 aufgeführt.

Gruppe	1	2	3	4	alle
\bar{x} (Min.)	14,6	18,9	20,1	22,6	18,4
s (Min.)	3,6	5,5	6,7	7,3	6,7
n	26	12	33	9	80

Tabelle 10: Implantationsdauer in Minuten in den Gruppen 1 - 4

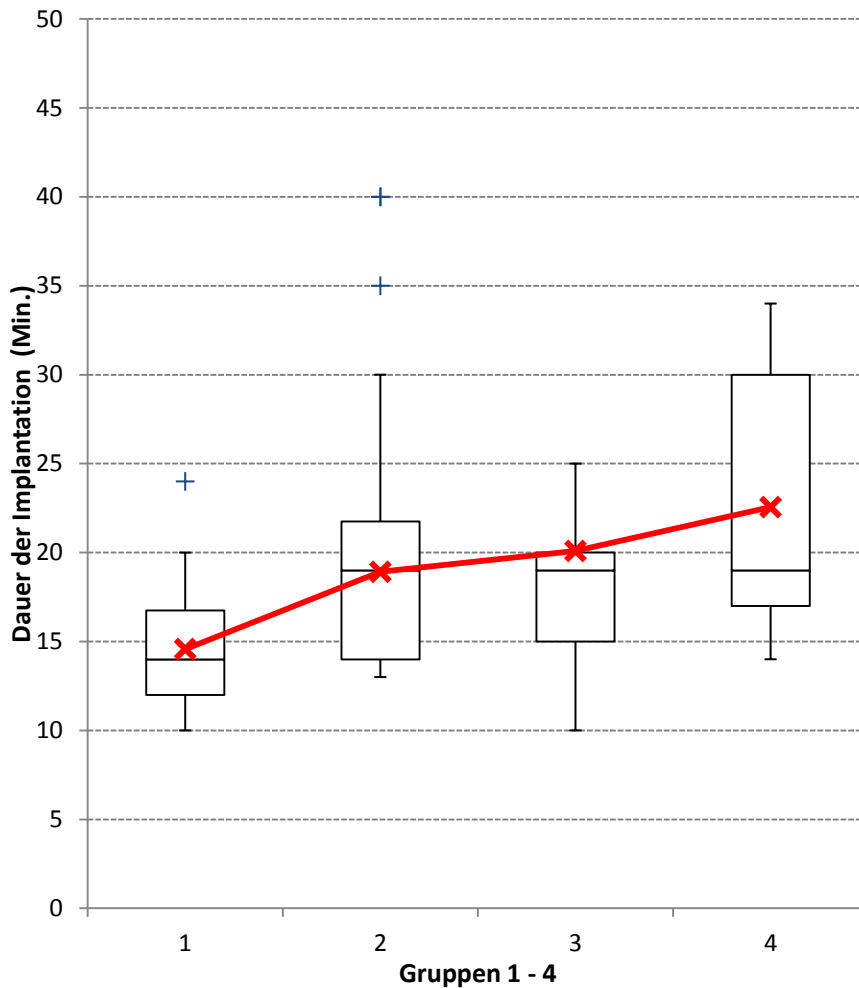


Abbildung 56: Dauer der Implantation aufgeteilt nach den Gruppen 1 - 4 (n = 80)
(siehe Kap. 3.1.1)
das rote X markiert den Mittelwert (\bar{x})

Nachfolgend ist die Dauer der Implantation nach Operateurgruppen aufgeführt. Der Einfluss des Chirurgen auf die durchschnittliche Implantationsdauer ist hochsignifikant ($p = 0,0005$).

Operateurgruppe	erfahrener Operateur	Resident des ECVS
\bar{x} (Min.)	16,0	20,6
s (Min.)	6,7	4,6
n	38	42

Tabelle 11: Implantationsdauer in Minuten aufgeführt nach Operateurgruppen

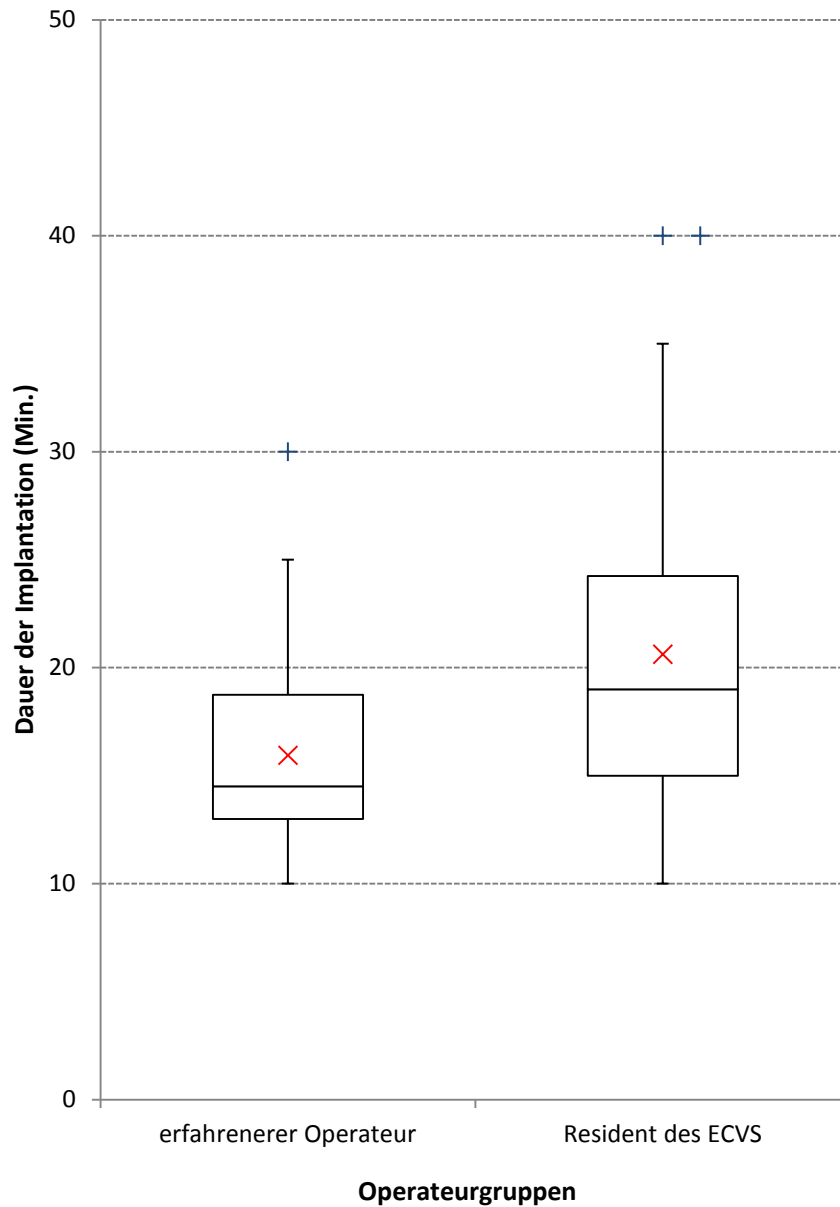


Abbildung 57: Dauer der Implantation aller Platten aufgeteilt nach Erfahrung des Operators (n = 80) das rote X markiert den Mittelwert (\bar{x})

Die durchschnittliche Implantationsdauer für die beiden Plattentypen unterscheidet sich signifikant ($p = 0,047$). Die durchschnittliche Implantationsdauer der Synthesplatte¹ ist mit $17,7 \pm 6,8$ Minuten ($\bar{x} \pm s$) kürzer als die der NGD-Platte² mit $20,5 \pm 6,4$ Minuten ($\bar{x} \pm s$).

¹ Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Plate[®], Synthes GmbH, Umkirch

² Unity Cruciate Plate[®], NGD, Glen Rock, USA

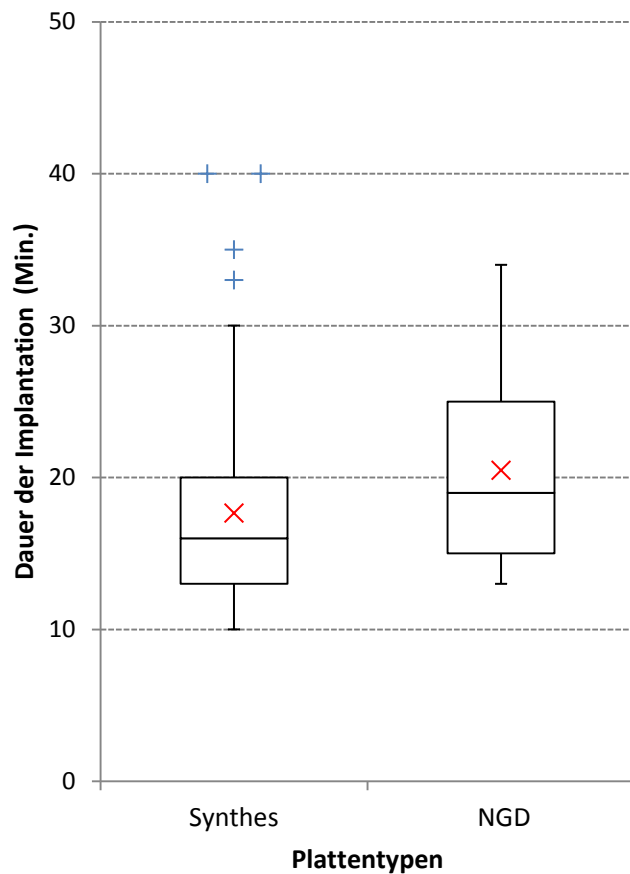


Abbildung 58: Dauer der Implantation nach Plattentypen unabhängig vom Operateur (n = 80) das rote X markiert den Mittelwert (\bar{x})

Ebenfalls signifikant ist der Einfluss der Plattengröße auf die Implantationsdauer ($p = 0,039$), dies ist in Tabelle 12 aufgeführt.

Plattengröße	2,7mm / 3,5 mm small	3,5 mm	3,5 mm broad
\bar{x} (Min.)	19,5	17,3	20,8
s (Min.)	5,5	6,7	8,9
n	24	46	10

Tabelle 12: Implantationsdauer in Minuten aufgeführt nach Plattengröße bei beiden Plattentypen (Synthes, NGD)

Es wurden keine signifikanten Wechselwirkungen unter den Einflussfaktoren (Operateurgruppe, Plattengröße, Plattentyp) gefunden.

4.20 Intraoperative Komplikationen

Im Rahmen dieser Untersuchung können diverse Komplikationen im Zusammenhang mit der Implantation verschiedener Plattensysteme (siehe Kap. 3.1.2) festgestellt werden, die in unterschiedlicher Häufigkeit auftreten (siehe Abbildung 59, S. 81). Die Formveränderung der Platte beschreibt das intraoperative Biegen und Schränken der Platte. Sie ist ein unterschiedlich zeitaufwändiger Arbeitsschritt bei Implantationen, aber keine Komplikation im engeren Sinne. Auffällig sind die Ergebnisse bei diesem Punkt: In den Gruppen 1 und 3, bei denen das Implantat der Firma Synthes¹ verwendet wird, muss das Implantat insgesamt siebenmal formverändert werden. Dies repräsentiert 11,8 % (7/59) der Fälle, in der eine Synthesplatte¹ verwendet wird. Bei den Gruppen 2 und 4, bei denen Implantate der Firma NGD² verwendet werden, müssen insgesamt 95,2 % (20/21) der verwendeten NGD-Implantate² gebogen und/oder geschränkt werden. Als Resultat der erforderlichen Formveränderungen in Verbindung mit der Winkelstabilität der Implantate (siehe Kap. 2.9) kommt es dabei zur Änderung der Schraubenrichtung nach proximal zum Gelenk hin. Mit einer schrittweisen multiplen logistischen Regression kann gezeigt werden, dass der Plattentyp der signifikante Einflussfaktor ($p < 0,0001$) auf die Notwendigkeit der Plattenformveränderung ist. Das relative Risiko, dass beim Einsatz einer NGD-Platte² die Form verändert werden muss, ist 8-mal höher als für die vorkontourierte Synthesplatte¹. Die Notwendigkeit einer Formveränderung ist bei Verwendung einer 2,7 mm oder 3,5 mm small TPLO-Platte signifikant ($p < 0,0001$) größer als bei der 3,5 mm und der 3,5 mm broad Platte.

Plattengröße (mm) Plattenhersteller	2,7	3,5 small	3,5	3,5 broad	Summe
Synthes (n)	2/8	X ³ /0	3/41	2/10	7/59
NGD (n)	9/10	6/6	5/5	0/0	20/21

Tabelle 13: Platten, bei denen eine Formveränderung durchgeführt wurde

¹ Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Plate[®], Synthes GmbH, Umkirch

² Unity Cruciate Plate[®], NGD, Glen Rock, USA

³ existiert nicht zum Zeitpunkt der Studie

Wie in Abbildung 59 dargestellt, gehen in den Gruppen 2 und 4 in je 23,8 % (5/21) der Fälle (insgesamt 47,6 % (10/21), in denen ein Platte von NGD¹ verwendet wird, eine oder zwei Schrauben Richtung Gelenk. Das erfordert die besondere Aufmerksamkeit des Operators. Dies sind meist die Schrauben 2 und 3 (siehe Abbildung 19, S. 43, Abbildung 60, S. 82). Mit einer schrittweisen multiplen logistischen Regression kann auch hier gezeigt werden: Der signifikante Einflussfaktor für das Auftreten dieser Komplikation ist der Plattentyp bzw. -hersteller ($p = 0,0003$). Das relative Risiko eine oder zwei Schrauben Richtung Gelenk zu setzen ist 14-fach höher bei Verwendung einer NGD-Platte¹ als bei der Synthes-Platte².

Plattengröße (mm) Plattenhersteller	2,7	3,5 small	3,5	3,5 broad	Summe
Synthes (n)	1/8	X ³ /0	0/41	1/10	2/59
NGD (n)	4/10	3/6	3/5	0/0	10/21

Tabelle 14: Platten, bei denen mindestens eine Schraube Richtung Gelenk geht

In Tabelle 14 ist aufgeführt, wie die Verwendung einer kleinen Platte (2,7 mm und 3,5 mm small) das Risiko beeinflusst, dass eine Schraube Richtung Gelenk geht. Dies ist nicht signifikant ($p = 0,36$).

In einem Fall in Gruppe 2 wird das Gelenk dabei durch die Schraube perforiert. In Gruppe 1 tritt das Problem der Schraubenrichtung nur einmal auf, hier wurde die Platte ebenfalls gebogen. Auch im Fall in Gruppe 3 wurde die Platte aufgrund einer sehr dicken Gelenkkapsel aufgebogen. Die proximale Schraube (Nr. 3, siehe Abbildung 17, S. 41) perforiert das Gelenk und wird daher kürzer gewählt. Es kann keine statistische Signifikanz für einen Einflussfaktor auf die Gelenkperforation festgestellt werden, jedoch ist das relative Risiko für eine Gelenkperforation 2,8-fach höher bei Einsatz der NGD-Platte¹.

¹ Unity Cruciate Plate[®], NGD, Glen Rock, USA

² Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Plate[®], Synthes GmbH, Umkirch

³ existiert nicht zum Zeitpunkt der Studie

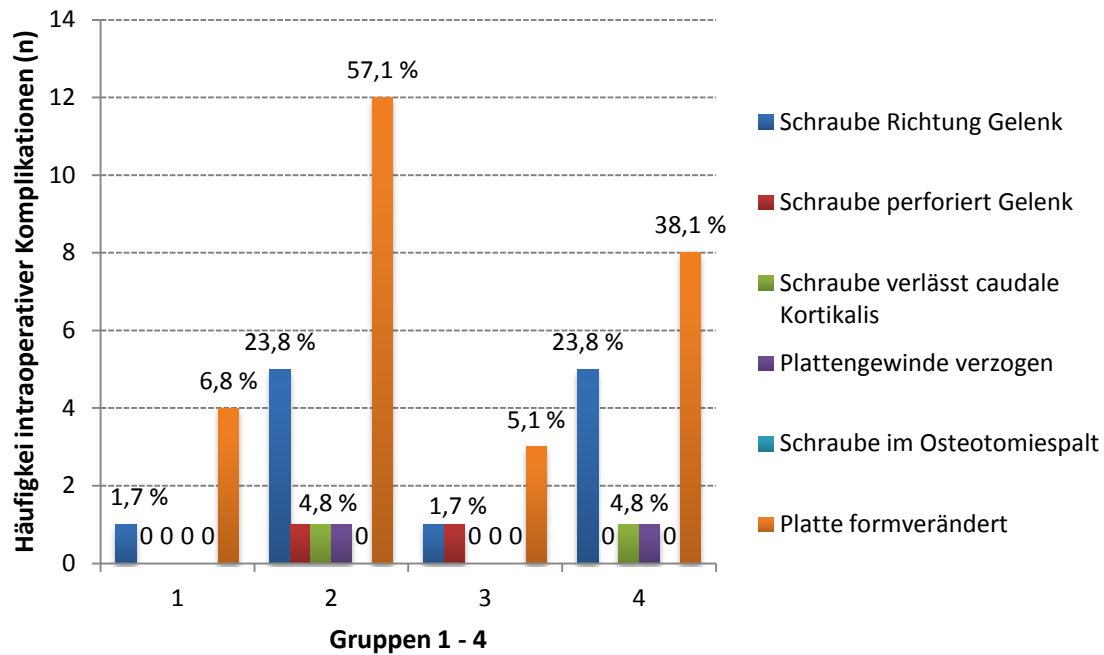


Abbildung 59: Intraoperative Komplikationen mit Bezug zum verwendeten Plattensystem (Synthes: Gruppe 1 und 3; NGD: Gruppe 2 und 4)

Beim Implantat von NGD¹ zieht in 7/21 Fällen (33,3 %) die Schraube Nummer 2, in 6/21 Fällen (28,6 %) die Schraube Nummer 3 Richtung Gelenk. In drei von 21 Fällen (14,3 %) tritt dies zusammen auf. Einmal (4,8 %) zeigt Schraube 5 in Richtung Gelenk, und einmal verlässt diese die caudale Kortikalis als Anzeichen einer Richtungsänderung durch Formveränderung der Platte in craniocaudaler Richtung. Die Gelenkperforation erfolgt je einmal durch Schraube Nummer 2 und 3, diese werden nach intraoperativer Durchleuchtungskontrolle durch kürzere Schrauben ersetzt.

¹ Unity Cruciate Plate[®], NGD, Glen Rock, USA

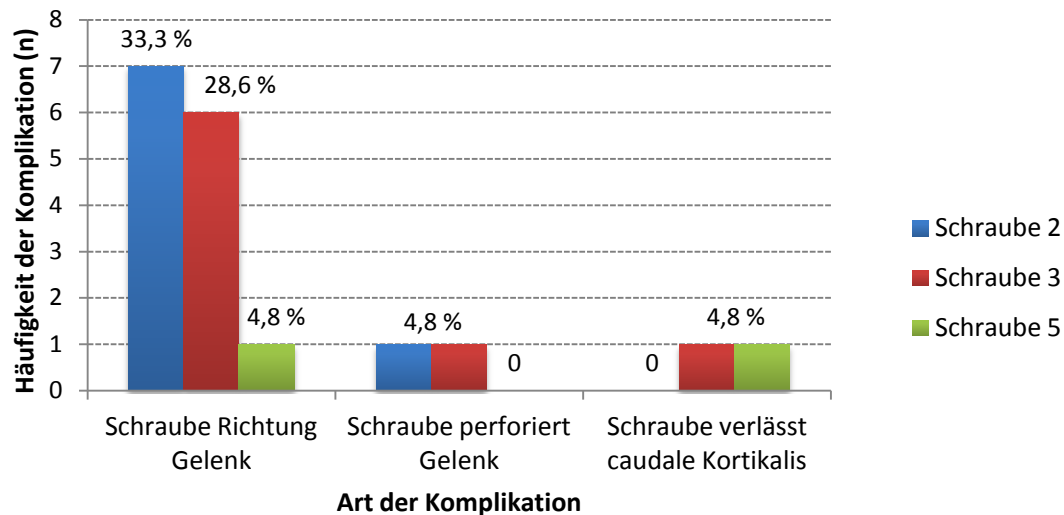


Abbildung 60: Darstellung, bei welcher Schraubenummer bei der NGD-Platte Komplikationen auftreten

Bei der Implantation der Synthesplatte¹ perforiert einmal (1,7 %) die 3. Schraube (s. o.) das Gelenk. In einem weiteren Fall gehen die craniale und zentrale Schraube einer 3,5 mm broad-Platte der Firma Synthes¹ (siehe Abbildung 9, S. 29) in Richtung Gelenk.

Bei je einem Fall (je 4,8 %) in den Gruppen 2 und 4 (NGD 3,5 mm small) wird durch das Biegen und Schränken des Implantates das Plattengewinde des 3. Schraubenloches der NGD-Platte² trotz Einsatz der sogenannten "Plugs" derart verzogen, dass der Locking Drill Guide von NGD (siehe Abbildung 12, S. 31) zur Richtungsvorgabe nicht mehr eingedreht werden kann. Auch hier kann mit einer multiplen logistischen Regression sowie dem exakten zweiseitigen Fishertest dargestellt werden, dass das Eintreten dieser Komplikation tendenziell abhängig ist von der Verwendung einer NGD-Platte² ($p = 0,067$). Mit dem exakten zweiseitigen Fishertest sowie dem verallgemeinerten Fishertest nach dem Freeman-Halton-Prinzip kann hier kein signifikanter Zusammenhang zur Operateurgruppe ($p = 0,73$) oder Plattengröße ($p = 0,18$) nachgewiesen werden.

In keinem der untersuchten Fälle landet eine Schraube im Osteotomiespalt. Bei je einem Fall (4,8 %) in Gruppe 2 und 4 verlässt eine Schraube die caudale Kortikalis als Anzeichen einer Richtungsänderung durch Formveränderung der Platte in craniocaudaler Richtung. Hier kann kein signifikanter Einflußfaktor identifiziert werden.

¹ Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Plate[®], Synthes GmbH, Umkirch

² Unity Cruciate Plate[®], NGD, Glen Rock, USA

In einem Fall (4,8 %) stellt sich die breite Konstruktionsweise des Locking Drill Guides von NGD als Problem dar. Hier kann Schraubenloch Nummer 5 nicht mit dem Locking Drill Guide gebohrt werden, weil dieser nicht neben den Jig (siehe Abbildung 6, S. 18) passt.

In 13/80 (16,3 %) Operationen treten zeitverzögernde intraoperative Komplikationen auf, die ihre Ursache nicht im implantierten Plattensystem haben, sich aber auf die Operationszeit auswirken. Am häufigsten (7/80 Fälle = 8,8 %) wird eine Schraube durch eine kürzere ersetzt, in 2/80 (2,5 %) Fällen ist ein Bohrer abgebrochen, der in einem Fall über eine laterale Inzision entfernt werden kann. Je einmal (1,3 %) treten folgende Komplikationen auf: Locking Drill Guide auf den Boden gefallen; selbstschneidende Schraube zieht nicht, es muss ein Gewinde geschnitten werden; es müssen Schränkeisen geholt werden; beim Bohren eines Schraubenloches tritt eine arterielle Blutung auf.

4.21 Postoperative Komplikationen

Bei 16/80 (20,0 %) Patienten treten im Heilungsverlauf Komplikationen auf. In 8/80 Fällen handelt es sich dabei um eine „minor complication“ (10,0 %). Hier kann bei 4/80 Patienten (5,0 %) ein Keimwachstum nachgewiesen werden. Diese können allein durch eine Antibiotikatherapie erfolgreich behandelt werden. Es kann kein signifikanter Einflussfaktor auf die Entstehung einer "minor complication" identifiziert werden. Bei 8/80 Patienten (10,0 %) treten postoperativ Komplikationen auf, die einen erneuten operativen Eingriff erfordern (major complication, siehe Kap. 3.9), um einen Heilungserfolg zu sichern. Bei einem dieser Patienten kann eine Osteomyelitis festgestellt werden, die 12 Wochen post operationem geheilt ist. Es kann kein signifikant verantwortlicher Einflussfaktor hierfür identifiziert werden. In allen diesen Fällen kann ein Bakterienwachstum nachgewiesen werden, in 3/80 Fällen (3,8 %) handelt es sich um auf Antibiotika nur sehr eingeschränkt sensible Keime. Bei 4/80 Patienten (5,0 %) wurde in einer Kurznarkose ausschließlich eine Vakuumsaugdrainage nach Stichinzision eingelegt. Kürettage, Spülung des Wundbettes mit Einlegen einer Vakuum-Saugdrainage (siehe Kap. 3.9) sowie Wundumschneidung werden in 3/80 Fällen (3,8 %) notwendig. Nach durchgeführter chirurgischer Wundversorgung erfolgt der Wundverschluss wie bereits beschrieben (siehe Kap. 3.5.3). Bei einem Tier (1,3 %) beschränkt sich die Infektion auf das Kniegelenk selbst. Hier muss das Kniegelenk zweimal jeweils in Narkose mit einer Vollelektrolytlösung¹ gespült werden. In keinem Fall ist es notwendig das Implantat (sowohl Schrauben als auch Platte) auszutauschen. Eine erkennbare Schraubenlockerung tritt nicht auf. In 4/80 Fällen (5 %) kommt es im postoperativen Zeitraum zu einer Fibulafraktur, diese sind in der Gruppe der "minor complications" enthalten. Ein signifikanter Zusammenhang zu Plattentyp oder -größe kann nicht nachgewiesen werden. In keinem dieser 4 Fälle ist eine Nachoperation notwendig. Die Faktoren Plattentyp, Plattengröße und Operateur zeigen keinen signifikanten Einfluss auf das Entstehen einer postoperativen Komplikation.

¹ Sterofundin[®], B. Braun AG, Melsungen

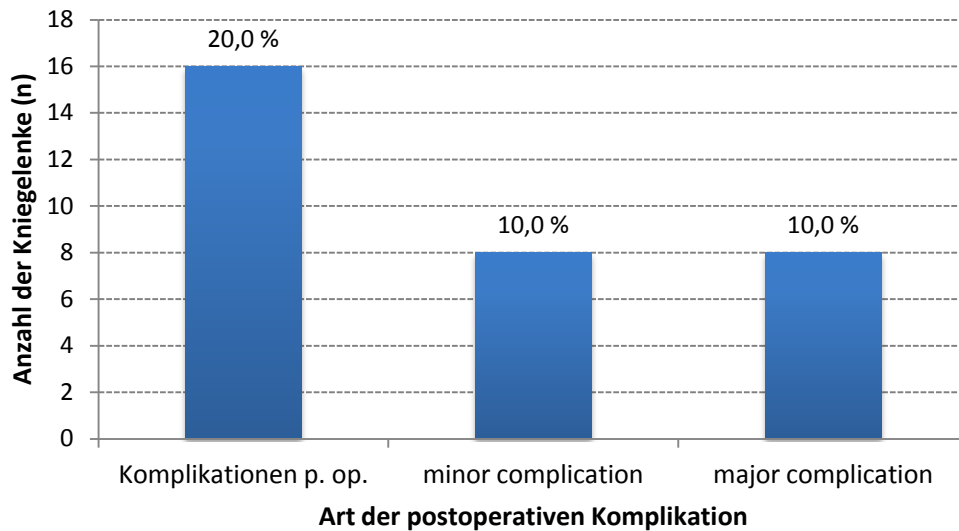


Abbildung 61: Postoperative Komplikationen bei 80 operierten Kniegelenken

4.22 Implantatdefekt und Implantatlockerung

Ein Implantatdefekt oder eine Lockerung der Implantate ist bei keinem Patienten sichtbar geworden.

4.23 Knochenheilung

Es kann bei 42/80 (52,5 %) der Kniegelenke eine radiologische Beurteilung der Knochenheilung bis zur 13. Woche p. op. erfolgen. Hiervon wurden 36/59 (61,0 %) Patienten nach Implantation der Synthesplatte und 6/21 (28,6 %) Patienten, die mit einer NGD-Platte versorgt wurden, vorstellig. 31/36 (86,1 %) Kniegelenke nach Fixation mit einer Sythesplatte und 4/6 (66,7 %) Kniegelenke nach Fixation mit einer NGD-Platte sind bis zum Zeitraum 13 Wochen post operationem geheilt. Die Gesamtzahl geheilter Osteotomien 13 Wochen post operationem beträgt 35/42 (83,3 %). Die statistische Untersuchung auf signifikante Einflüsse auf die Knochenheilung erfolgt mit zweidimensionalen Häufigkeitsauszählungen und dem exaktem Fisher-Test nach dem Freeman-Halton-Prinzip. Ein signifikanter Einfluss auf die Knochenheilung bis zur 13. Woche p. op. kann nicht nachgewiesen werden.

5 Diskussion

Eine große Anzahl von Studien beschäftigt sich mit der optimalen chirurgischen Versorgung des vorderen Kreuzbandrisses beim Hund (*ARNOCZKY et al.* 1979, *BRUCE et al.* 2007, *DEANGELIS & LAU* 1970, *FLO* 1970, *MONTAVON et al.* 2002, *PAATSAMA* 1952, *SLOCUM & SLOCUM* 1993, *SMITH & TORG* 1985). Der Schwerpunkt liegt dabei zurzeit auf den Methoden, die mit Hilfe einer Veränderung der Biomechanik (TPLO, TTA, TTO) das kreuzbandinsuffiziente Kniegelenk stabilisieren sollen (*BRUCE et al.* 2007, *COOK et al.* 2010, *MONTAVON et al.* 2002, *SLOCUM & SLOCUM* 1993). Derzeit kann für keine singuläre Methode eine absolute Überlegenheit festgestellt werden (*ARAGON & BUDSBERG* 2005, *CONZEMIUS et al.* 2005, *COOK et al.* 2010, *KIM et al.* 2008, *MOORE & READ* 1995).

Es werden überwiegend die sogenannten Umstellungsosteotomien (v. a. TPLO, TTA) zur Stabilisation des Kniegelenkes eingesetzt, wobei die TPLO die länger etablierte Methode der beiden darstellt. Die Durchführung der Umstellungsosteotomien erfordert im Gegensatz zu Stabilisierungsmethoden mit Faden bzw. Nahtmaterial einen hohen, zum Teil kostenintensiven Materialaufwand und spezielle Osteosyntheseausrüstung. Hinzu kommen die jeweiligen Implantate zur Fixation der durchgeführten Umstellung.

Gerade bei der Tibial Plateau Leveling Osteotomy gibt es mittlerweile Implantate mehrerer Hersteller. Diese unterscheiden sich nicht nur im Preis für das Implantat an sich (Platte und Schrauben), sondern auch in der Technik (konventionelle Systeme versus Verriegelungssysteme). Gegebenenfalls ist weitere Zusatzausrüstung (siehe Kap. 3.1.2) zur Implantation erforderlich.

Es ist in der Regel nicht wirtschaftlich, sich komplette, unterschiedliche Systeme anzuschaffen, die untereinander nicht kompatibel sind. Aus diesem Grund vergleichen wir in dieser Studie zwei Systeme unterschiedlicher Hersteller (NGD¹, Synthes²), die beide das Prinzip und die Vorteile der Verriegelungstechnik verwenden. Dabei ist der Preisunterschied zwischen den beiden Systemen, abhängig auch von der Größe (2,0 mm, 2,7 mm, 3,5mm,

¹ New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA

² Synthes GmbH, Umkirch

3,5 mm broad) erheblich. Der Listenpreis der Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Plate¹ beträgt für eine 3,5 mm-Ausführung mit Schrauben ca. 196 €, für eine 2,7 mm-Ausführung und Schrauben ca. 184 €. Der Einkaufspreis der Unity Cruciate Plate[®] von NGD² beträgt mit Schrauben 146 € bzw. 149 € für eine 3,5 mm bzw. 2,7 mm-Platte.

5.1 Patienten

In der Literatur wird berichtet, dass von der vorderen Kreuzbandruptur häufiger große Hunderassen betroffen sind (*HARASEN 2004, MOORE & READ 1995*). Dies bestätigt sich beim Blick auf das mittlere Körpergewicht im Patientengut von 34 kg, welches bereits zuvor beschrieben wurde (*ERTELT 2003, METELMAN et al. 1995*). Es liegt unterhalb des Körpergewichtes von Studien über TPLO und Kreuzbandrisse bei Hunden mit großen Fallzahlen (*PACCHIANA et al. 2003, PRIDDY et al. 2003, STAUFFER et al. 2006*), die Zahlen zwischen 38,4 kg und 41,2 kg angeben. Da bei kleineren (leichteren) Hunden auch alternative konventionelle Techniken verwendet werden, nicht aber bei den schwereren Tieren, ist das Durchschnittsgewicht der Hunde mit Kreuzbandriss, die einer TPLO unterzogen werden hier höher

In den eigenen Untersuchungen stellt die Gruppe der Mischlinge ($n = 14$) die größte Gruppe dar, dies entspricht Beschreibungen in der Literatur (*PRIDDY et al. 2003*). Die größten Gruppen unter den reinrassigen Hunden stellen Labrador Retriever und Rottweiler dar. Golden Retriever, Boxer und Beagle sind ebenfalls zahlreich vertreten. Diese Rassen sind alle in geringerem Anteil vertreten als in der Literatur beschrieben (*PACCHIANA et al. 2003, PRIDDY et al. 2003, STAUFFER et al. 2006*), was sich bei größeren Fallzahlen relativieren kann.

Das mittlere Alter der Hunde bei Vorstellung liegt bei 5,86 Jahren und entspricht damit den meisten Angaben in der Literatur von 5 bis 6 Jahren (*ERTELT 2003, METELMAN et al. 1995, PACCHIANA et al. 2003, PRIDDY et al. 2003, STAUFFER et al. 2006*).

In dieser Studie sind männliche Tiere mit 43/76 (56,6 %) häufiger vertreten als weibliche (33/76 = 43,4 %), dies entspricht nicht dem allgemein berichteten Geschlechterverhältnis

¹ Synthes GmbH, Umkirch

² New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA

(*FITZPATRICK & SOLANO* 2010, *LAMPMAN et al.* 2003), bei dem der Anteil weiblicher Tiere überwiegt. Der Anteil männlicher Tiere im gesamten Patientengut der Klinik für Kleintiere im Untersuchungszeitraum (März 2008 bis April 2010) beträgt ähnlich dem im Patientengut 53,9 %, davon sind 27,0 % kastriert. In der vorliegenden Arbeit sind 72,7 % (24/33) der Hündinnen und 48,8 % (21/43) der Rüden kastriert. Der Anteil der kastrierten Tiere insgesamt in dieser Arbeit ist 59,2 %, dagegen ist der Anteil kastrierter Tiere am gesamten Patientengut mit 30,2 % deutlich geringer. Somit sind kastrierte Tiere im Patientengut überrepräsentiert, wie schon von *LAMPMAN et al.* (2003) publiziert. Dieser Anteil ist höher als von *FITZPATRICK & SOLANO* (2010) mit 35,0 % bzw. 12,7 % und geringer als von *TUTTLE & MANLEY* (2009) mit 93,0 % bzw. 89,7 % angegeben. Das Verhältnis stimmt mit der Arbeit von *GIELEN* (2005) überein, hier sind kastrierte Individuen mit 64,0 % angegeben, der Anteil weiblich kastrierter Hunde im Patientengut beträgt 71,0 % der Hündinnen. In der Gesamtpopulation weiblicher Hunde der Klinik ist er lediglich 33,9 %. Damit ist der Anteil kastrierter Tiere im Patientengut (59,2 %) bei weiblichen und männlichen Hunden weit größer als in der gesamten Klinikspopulation (30,2 %).

5.2 Ergebnisse der Voruntersuchung

Es weisen 30/76 (39,5 %) Patienten eine partielle oder vollständige Kreuzbandruptur rechts und 31/76 (40,8 %) Patienten links auf. Bei 15/76 (19,7 %) Hunden liegt zum Untersuchungszeitpunkt eine bilaterale Schädigung des vorderen Kreuzbandes vor. Es kann daher in dieser Studie keine Prädisposition für eine Gliedmaßenlokalisation ausgemacht werden. In der Literatur wird im Gegensatz dazu eine Häufung von Patienten mit einer Ruptur an der linken Hintergliedmaße angegeben (*ERTELT* 2003, *PRIDDY et al.* 2003). Lediglich 2 Patienten zeigen trotz Kreuzbandriss keine Lahmheit. Die anderen Patienten zeigen klinisch eine unterschiedlich ausgeprägte Lahmheit, 13 der Patienten belasten das erkrankte Bein nicht (siehe Kap. 4.6). Die meisten Hunde liegen über der kritischen Körpermasse von 15 kg (*VASSEUR* 1993), unterhalb derer auch eine konservative Therapie erfolgreich sein kann. Somit ist eine operative Versorgung der Kreuzbandruptur zur funktionellen Wiederherstellung der Gliedmaße indiziert.

Im Rahmen der präoperativen Untersuchung in Narkose wird klinisch bei 23 von 80 (28,8 %) erkrankten Kniegelenken eine gravierende Meniskopathie festgestellt, aufgrund derer der Operateur einen Meniscal Release durchführt. *ERTELT* (2003) verweist darauf, dass eine

Beuge- und/oder Streckhemmung, einhergehend mit Schmerzen, als sicherer Hinweis auf einen Meniskusschaden angesehen werden kann. Trotzdem stellt dies keine zweifelsfreie Identifikation bzw. den Ausschluss eines Meniskusschadens dar. Die Diagnosesicherheit kann per chirurgischer Inspektion (Arthrotomie, Arthroskopie) oder Kernspintomographie erhöht werden. *FLO* (1993) beschreibt die Prävalenz von Meniskopathien im Rahmen eines Kreuzbandrisses mit 10 bis 70 %, *HAYES et al.* (2010) weisen in einer Studie an 443 kreuzbanddefizienten Kniegelenken bei 36,3 % eine Meniskopathie nach. Der Erfolg und auch die Indikation der Meniskus Chirurgie wird in der Literatur unterschiedlich bewertet (*LUTHER et al.* 2009), von einer generellen Meniskus Chirurgie wird abgeraten (*JACKSON et al.* 2001, *POZZI et al.* 2010, *POZZI et al.* 2008). Ebenso unterschiedlich werden die Zahl und Ursache postoperativer Meniskusverletzungen dargestellt (*KENNEDY et al.* 2005, *THIEMAN et al.* 2006). *O'BRIEN & MARTINEZ* (2009) beschreiben, dass postoperative Meniskusschäden auch mit der Markierung des Gelenkspaltes mit einer Kanüle im Rahmen der TPLO zusammenhängen können. Nach *POZZI et al.* (2006) kann der mediale Meniskus durch die biomechanische Umstellung im Rahmen der TPLO entlastet werden. *MATIS et al.* (2004) beschreiben in ihrer Arbeit ein verstärktes Fortschreiten der Osteoarthritis nach TPLO mit Meniscal Release. In der durchgeführten Studie wird ein Meniscal Release daher nur durchgeführt, wenn ein gravierender Meniskusschaden klinisch diagnostizierbar ist (Umschlagen des caudalen Meniskushorns, Streckhemmung), und im Umkehrschluss auch klinische Probleme verursacht. Ähnliches berichten *LUTHER et al.* (2009): Es treten signifikant mehr Knorpelschäden und Schäden des medialen Meniskus nach einem Meniscal Release auf. Es ist ersichtlich, dass damit latente oder auch klinisch unauffällige Meniskopathien übersehen werden, und somit später zu klinischen Problemen führen können. *FITZPATRICK & SOLANO* (2010) beschreiben die Rate postoperativer Meniskusschäden mit 2,8 %. In unserem Hause entscheiden wir uns im Zweifelsfall gegen eine Operation des Meniskus, da der Patient nicht sicher davon profitiert (*THIEMAN et al.* 2006). Zudem stellen *PACCHIANA et al.* (2003) dar, dass Komplikationen bei der TPLO signifikant mit einer Arthrotomie zusammenhängen. Ist das Ergebnis der TPLO in den postoperativen Untersuchungen nicht zufriedenstellend (persistierende Lahmheit, Schmerzen) und die Untersuchung lässt auf einen postoperativen Meniskusschaden schließen, so wird in einer erneuten Operation dieser chirurgisch versorgt. Dieser Fall tritt im Rahmen dieser Studie nicht auf. Wie *THIEMAN et al.* (2006) publizieren, liegt die Rate arthroskopisch diagnostizierter postoperativ auftretender Meniskusschäden nach erfolgtem Meniscal Release

bei 1,6 %. Erfolgte kein Meniscal Release liegt die Rate postoperativer Meniskopathien bei 4,7 %. Unser Vorgehen, einen Meniscal Release nur im Falle von gravierenden, klinisch apparenten Meniskopathien durchzuführen, kann trotzdem als gerechtfertigt angesehen werden. Dabei liegt die Beurteilung des Schweregrades und der Therapiewürdigkeit des Meniskusschadens beim Chirurgen. Diese kann somit individuell unterschiedlich ausfallen.

19,7 % (15/76) der Hunde haben bei Untersuchung eine Kreuzbanderkrankung beider Kniegelenke. Dies liegt nur unwesentlich über der von *FITZPATRICK & SOLANO* (2010) angegebenen Zahl von 14,6 %. Bei 15,0 % der untersuchten Kniegelenke liegt eine Teilruptur einer oder beider Seiten vor, eine vollständige Kreuzbandruptur ist bei 85,0 % vorhanden. Der Anteil von Kreuzbandanrissen liegt unter dem in der Literatur mit 17,5 % (*RAYWARD et al.* 2004), 26,98 % (*HULSE et al.* 2010) und 46,53 % beschriebenen Rahmen (*KLOENE* 2005), die Anrisse wurden hier arthrotomisch oder arthroskopisch verifiziert. Die Diagnosestellung geschieht in dieser Untersuchung anhand der klinischen Untersuchung mit Schubladen- und Tibiakompressionstest. Wie bereits *HAYES et al.* (2010) publizieren, kann die Abgrenzung einer Teilruptur gegen eine vollständige Ruptur anhand des Grades der Instabilität des Kniegelenkes (siehe Kap. 3.2.3.2 und 3.2.3.3) erfolgen. Der geringe Anteil an Kreuzbandanrissen im Patientengut kann mit der Tatsache erklärt werden, dass es sich bei unserem Haus um eine Überweisungsklinik handelt. Das bedeutet, dass hier Patienten meist in einem chronischen bzw. lange bestehenden Krankheitsstadium vorgestellt werden, in dem bereits eine vollständige Kreuzbandruptur vorliegt. Zum großen Teil wurden schon konservative Behandlungsversuche der Hintergliedmaßenlahmheit ohne Besserung durch Kollegen durchgeführt. Desweiteren kommt die blockierende Eigenschaft eines intakten Meniskus bei der Überprüfung der Instabilität in Betracht (*KLOENE* 2005). Eine Diagnosesicherung kann durch weiterführende Diagnostik (s. o.) erreicht werden. Die craniale Kreuzbandruptur ist eine degenerative Erkrankung (*FOSSUM* 2007), als solche schreitet sie fort und es kommt über kurz oder lang auch bei Teilrupturen zum kompletten Riss (*HAYASHI et al.* 2004). In 20 bis 48 % der Fälle reißt das Kreuzband der kontralateralen Seite (*BUOTE et al.* 2009, *MOORE & READ* 1995). Bei Diagnose einer Teilruptur gibt es keinen Grund eine chirurgische Versorgung hinauszuzögern und so das Operationsergebnis zu gefährden. Schon *VASSEUR* (1993) spricht als Folge der partiellen Kreuzbandruptur von einer resultierenden Gelenkentzündung und fortschreitenden Arthrosen, die keine Verzögerung der operativen Stabilisation per TPLO rechtfertigt. So steigt das Risiko eines medialen Meniskusschadens im Falle einer vollständigen Kreuzbandruptur um das 12,8-fache, und um 2 bis 6 % für jede

Woche Lahmheitsdauer (*HAYES et al.* 2010). Der Verlust der stabilisierenden Wirkung des Kreuzbandes und die daraus resultierende Instabilität führen unausweichlich zum Fortschreiten von Arthrosen (*RAYWARD et al.* 2004, *SCHULZ* 2007). Wie *MOSTAFA et al.* (2010) anführen, zeigen Hunde mit Kreuzbandruptur eine Muskelatrophie v. a. des *M. quadriceps*. Diese schreitet mit Dauer der Erkrankung fort. *HULSE et al.* (2010) geben an, dass eine frühzeitige Diagnose und Therapie vor weiteren Meniskus- und Knorpelschäden schützt. Aus den aufgeführten Gründen wird in dieser Studie auf eine weiterführende Untersuchung zur Unterscheidung von unvollständigen und kompletten Rupturen verzichtet, die Folge ist in jedem Fall eine chirurgische Versorgung.

5.3 Der Tibiaplateauwinkel

Die Bedeutung des Tibiaplateauwinkels wird in der Literatur unterschiedlich bewertet. Es ist nicht sicher geklärt, inwiefern ein bestimmter Winkel einen prädisponierenden Faktor für eine Kreuzbandruptur darstellt und ob hier Rassebesonderheiten eine Rolle spielen.

In ihrer Arbeit stellen *WILKE et al.* (2002) dar, dass Greyhounds mit cranialer Kreuzbandruptur einen mittleren Tibiaplateauwinkel von 22,5° und Labrador Retriever einen Winkel von 25,6° aufweisen. Hunde derselben Rasse ohne Erkrankung des Kniegelenks weisen jedoch einen größeren Winkel von 28° auf. *GIELEN* (2005) zeigt in ihrer Arbeit, dass Tiere ohne Kreuzbandruptur links bzw. rechts einen um 1,72° bzw. 1,67° signifikant kleineren Tibiaplateauwinkel haben als Tiere mit Kreuzbandruptur. *MORRIS & LIPOWITZ* (2001) beschreiben, dass Hunde mit Kreuzbandriss einen signifikant größeren Tibiaplateauwinkel aufweisen als solche ohne Beeinträchtigung des Kniegelenks. Bei *REIF & PROBST* (2003) betragen die Tibiaplateauwinkel bei Labrador Retrievern mit bzw. ohne Kreuzbandruptur 23,5° bzw. 23,6°.

In der eigenen Untersuchung liegt der präoperative Tibiaplateauwinkel mit mittleren $23,7 \pm 4,1^\circ$ im beschriebenen Rahmen, ist jedoch geringer als in einer vorher in diesem Haus durchgeführten Untersuchung von *GIELEN* (2005) mit Tibiaplateauwinkeln von ca. 27° bei Tieren mit Kreuzbandriss. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Winkelmessung durch den jeweiligen Operateur erfolgt und die Messung ein und derselben Röntgenaufnahme zwischen Untersuchern (inter observer) sich nach *CAYLOR et al.* (2001) um bis zu 5° und innerhalb desselben Untersuchers (intra observer) um bis zu 3° unterscheiden kann. In der Literatur wird von einer Zunahme des postoperativen Tibiaplateauwinkels berichtet. Diese

Zunahme fällt bei Verriegelungssystemen geringer aus als beim Einsatz konventioneller Implantate (*CONKLING et al.* 2010, *LEITNER et al.* 2008). Die Bedeutung dieser Tatsache ist unbekannt, wird aber als minimal eingeschätzt (*MOELLER et al.* 2006).

5.4 Entwicklung der Lahmheit im postoperativen Zeitraum

In der 4-Wochenkontrolle sind 4/59 (6,8 %) Patienten lahmheitsfrei. 51/59 (86,4 %) zeigen eine Lahmheit Grad 1 und 2. Dies ist ein zufriedenstellendes Ergebnis. 4/59 (6,8 %) Patienten belasten die Gliedmaße nicht oder nur teilweise, was ein unbefriedigendes Ergebnis darstellt. 3 dieser Patienten sind in der Gruppe „major complications“ vertreten, davon einer mit einer intraartikulären Kniegelenksinfektion. Bei einem dieser 4 Patienten kann die Lahmheitsursache nicht genauer ermittelt werden. Dieser bessert sich unter begleitender Physiotherapie innerhalb von 4 Wochen und zeigt 8 Wochen post operationem eine Lahmheit 1. Grades. Ein Patient dieser 4 ist 12 Wochen post operationem problemfrei, die beiden anderen wurden nicht wieder vorgestellt.

53,9 % (21/39) der vorgestellten Patienten sind 12 Wochen post operationem klinisch unauffällig. 30,8 % (12/39) der Patienten zeigen eine Lahmheit Grad 1. Insgesamt liegt also bei 84,6 % (33/39) der kontrollierten Patienten ein gutes bis sehr gutes Ergebnis vor. 6/39 Patienten (15,4 %) haben zum Vorstellungszeitpunkt eine Lahmheit Grad 2. Davon wurden 5 Patienten im weiteren Verlauf lahmheitsfrei, bei zweien riss im weiteren Verlauf das Kreuzband der anderen Seite. Wie das Schrifttum berichtet, tritt die Kreuzbandruptur der kontralateralen Seite bei 20,0 bis 48,0 % der Hunde mit Kreuzbandriss der ersten Seite in 5,5 bis 24 Monaten auf (*SCHULZ* 2007, *MOORE & READ* 1995, *BUOTE et al.* 2009). Von einem Patienten mit Lahmheit Grad 2 existieren keine Daten über die 12-Wochenkontrolle hinaus. Dieser ist ebenfalls in der Gruppe „major complications“ enthalten. Langfristig liegt bei 38 von 39 verfolgten Patienten ein gutes bis sehr gutes Ergebnis vor. Dies bedeutet eine Wiederherstellung der Gliedmaßenfunktion ohne oder lediglich mit einer zum Teil temporären geringgradigen Lahmheit (Grad 1). Ziel unserer Therapie ist es den Hund als Familientier wiederherzustellen.

Während in der 4-Wochenkontrolle 21/80 Patienten nicht wiedervorgelegt werden, beträgt der Anteil an Ausfällen 12 Wochen post operationem bereits 41/80. Ein solch starker Ausfall schränkt Aussagen zum postoperativen Verlauf erheblich ein. Auf eine telefonische

Besitzerbefragung haben wir in unserer Studie aus verschiedenen Gründen verzichtet. So ist eine Vergleichbarkeit von Besitzerangaben nicht gegeben. Die Einschätzung einer persistierenden klinischen Lahmheit ist für den Laien v. a. bei geringgradiger Ausprägung schwierig. Wie sich schon aus eigener Erfahrung bei postoperativen Vorstellungen orthopädischer Patienten zeigt, ist die Wahrnehmung von Erfolg in Abgrenzung zu bestehenden Problemen durch Besitzer unterschiedlich. So sind Besitzer zum Teil auch mit nicht optimalen Ergebnissen zufrieden, andere erwarten den uneingeschränkten Einsatz des Tieres im Hundesport. Dieses hohe Maß an Subjektivität durch Laien kann nicht Bestandteil unserer Untersuchung sein. Die postoperative klinische Beurteilung muss durch einen orthopädisch erfahrenen Tierarzt erfolgen, um eine Vergleichbarkeit und weitgehende Objektivität der Ergebnisse zu gewährleisten.

5.5 Entwicklung der Arthrose im postoperativen Zeitraum

Es wird untersucht, ob sich ein Einfluss auf den Grad des Arthrosefortschrittes im Zusammenhang mit Implantaten oder Operateur nachweisen lässt. Die Untersuchungen zeigen, dass weder Operateur noch das verwendete Implantat einen Einfluss auf die Arthroseveränderung im betrachteten postoperativen Zeitraum haben (0 auf 4 und 0 auf 12 Wochen post operationem). Lediglich im Zeitraum 4 Wochen p. op. kann statistisch eine signifikante Wechselwirkung zwischen Implantat und Operateur dargestellt werden. Dies bedeutet, dass beim erfahreneren Operateur nach Implantation der NGD-Platte (Gruppe 2) und beim Resident des ECVS nach Implantation der Synthesplatte (Gruppe 3) eine stärkere Arthrosezunahme nachweisbar ist (siehe Abbildung 47, S. 67). Dieser Effekt verliert sich in der 12-Wochenkontrolle vollständig. Die Bedeutung dieser Wechselwirkung ist damit äußerst fraglich. Über alle Gruppen kann eine geringgradige aber konstante Zunahme arthrotischer Veränderungen post operationem nachgewiesen werden. Insgesamt kann im Rahmen dieser Studie keiner der untersuchten Parameter (Operateur, Plattentyp, Plattengröße) als Einflussfaktor auf eine Veränderung der Arthrose identifiziert werden. Der Zusammenhang zu anderen Faktoren (Meniskopathie, Arthrose prä op., Signalement) wird hier nicht untersucht. Die Literatur hat sich bereits ausführlich mit der Arthroseveränderung in Zusammenhang mit Kreuzbandrupturen, Meniskopathien (*BRUNNBERG et al.* 1992, *HEFFRON & CAMPBELL* 1979) und der TPLO beschäftigt (*RAYWARD et al.* 2004). Aus diesem Grund haben wir in

dieser Studie auf die Untersuchung des Zusammenhangs von Arthrose mit dem Signalement und der Erkrankung (Kreuzbandriss) sowie weiteren Parametern verzichtet. Nach 4 Wochen kann in unserer Arbeit bei 45/58 (72,4 %) Knien eine Zunahme arthrotischer Veränderungen nachgewiesen werden. In der 12-Wochenkontrolle bei 72,5 % (29/40). Eine Abnahme von Anzeichen arthrotischer Veränderungen tritt nach 4 Wochen bei 12,0 % (7/58) und nach 12 Wochen bei 10,0 % (4/40) der Kniegelenke auf. Diese Abnahme wird in der Literatur bei 22,7 % (*HURLEY et al.* 2007) bzw. 2,5 % (*RAYWARD et al.* 2004) der Patienten post TPLO beschrieben. Die Ursache für die Abnahme der Arthrose liegt bei unseren Fällen vor allem im Rückgang der Gelenkfüllung. Das Fortschreiten arthrotischer Veränderungen im erkrankten Kniegelenk nach TPLO ist im Schrifttum häufig beschrieben: *LAZAR et al.* (2005) geben an, dass bei 31 von 52 (59,6 %) Patienten die Arthrosen post TPLO um mehr als 5,0 % zunehmen, bei *RAYWARD et al.* (2004) nehmen bei 40 % der Tiere Arthrosen zu und bei 57,5 % der untersuchten Tieren kann er keine Zunahme der Arthrose nachweisen. Auch *HURLEY et al.* (2007) und *LINEBERGER et al.* (2005) berichten von einer Zunahme arthrotischer und degenerativer Veränderungen post TPLO, *BOYD et al.* (2007) geben deren Anteil vergleichbar zu unseren Zahlen mit 76,0 % an. Dabei wird ein vorhandener Meniskusschaden (*HURLEY et al.* 2007, *RAYWARD et al.* 2004) als prädisponierender Faktor für das Vorhandensein von Arthrosen angegeben (*POZZI et al.* 2006). Solche Patienten zeigen allerdings nach *LAZAR et al.* (2005) keine stärkere Arthrosezunahme nach einer TPLO. Die Arthrotomie stellt einen signifikanten Einflussfaktor auf die Zunahme arthrotischer Anzeichen dar (*LINEBERGER et al.* 2005, *STAUFFER et al.* 2006). 12 Wochen post TPLO zeigen 72,5 % der Patienten mit Arthrotomie eine Zunahme, eine ähnliche Zahl wie von *BOYD et al.* (2007) mit 76,0 % berichtet. Die große Differenz zwischen verschiedenen Studien macht eine Bewertung schwer, der Anteil der Patienten mit Zunahme arthrotischer Veränderungen variiert in den Publikationen erheblich. Dies kann mit den unterschiedlichen verwendeten Arthrosebewertungssystemen zusammenhängen. In unserer Untersuchung bewegen wir uns in einem oberen Spektrum. Die Aussage von *SLOCUM & SLOCUM* (1993), nach der die TPLO ein Fortschreiten der Osteoarthrose verhindern soll, kann in unserer Studie nicht belegt werden. In Anbetracht dessen, dass es sich beim Kreuzbandriss des Hundes um eine degenerative Gelenkerkrankung handelt (*FOSSUM* 2007), ist die Zunahme arthrotischer Anzeichen als Signal einer weitergehenden degenerativen Erkrankung des Gelenkes zu sehen. Die TPLO kann das Kniegelenk im mechanischen Sinne dynamisch stabilisieren, die Heilung der degenerativen Gelenkerkrankung im biologischen

Sinne gelingt nicht. Die Verlangsamung der Zunahme der Arthrose ist der Elimination der Kniegelenksinstabilität nach Kreuzbandruptur durch die TPLO geschuldet. *GORDON et al.* (2003) berichten, dass radiologische Veränderungen der Osteoarthrose keine Aussage über die Gliedmaßenfunktion zulassen. Anhand der Ergebnisse unserer Studie können hierzu keine Angaben gemacht werden, es fehlt an Zahlenumfang und Langzeitergebnissen. Es sind weitere Studien zum Zusammenhang zwischen der TPLO mit Verriegelungsplatten und dem langfristigen Fortschreiten der Gonarthrose sowie der klinischen Langzeitentwicklung erforderlich, insbesondere im Zusammenhang mit postoperativen Infektionen im Wundgebiet. Ein Einfluss der Verriegelungstechnik auf die Entwicklung der Arthrose post operationem bei komplikationsfreier Heilung ist unwahrscheinlich. Ihre Hauptrolle liegt in der Stabilisation der Osteotomie. Ein Einfluss auf die degenerative Gelenkerkrankung ist somit nicht zu erwarten. Interessant zu untersuchen ist der Einfluss von Reoperationen im Zuge erforderlicher Neuverplattungen (nach Implantatlockerung) auf die postoperative Arthroseentwicklung im Vergleich zwischen konventionellen und winkelstabilen Implantaten. Hier ist eine weit geringere Zahl an notwendigen Umverplattungen beim Einsatz der Verriegelungstechnik zu erwarten (siehe Kap. 5.6), was sich gegebenenfalls positiv auf die Arthroseentwicklung auswirkt.

5.6 Verwendete Implantate und intraoperative Komplikationen

Orthopädische Verriegelungssysteme haben unterschiedliche Vorteile, von denen der Patient und der Operateur (*KÖSTLER et al.* 2005) profitieren. Im Schrifttum wird die Überlegenheit von winkelstabilen Implantaten im Bezug auf Stabilität, Biegefestigkeit, Translation des proximalen Fragmentes in Richtung der Platte, Torsionsstabilität, Aufrechterhaltung des postoperativen Tibiaplateauwinkels sowie Infektionsrate und periostale Blutversorgung beschrieben (*DETORA & KRAUS* 2008, *GORDON et al.* 2010, *LEITNER et al.* 2008).

Sie können schwebend im Bereich des Frakturspaltes angebracht werden. Eine perfekte Plattenkonturierung, wie bei konventionellen Systemen erforderlich, ist nicht notwendig. *LEITNER et al.* (2008) stellen in ihrer Arbeit dar, dass keine perfekte Anpassung einer Platte an die Kontur der medialen Tibia erreicht wird. Die periostale Blutversorgung wird durch winkelstabile Implantate kaum beeinträchtigt. Sie ist wichtig für die Frakturheilung und bildet sich innerhalb von Stunden post operationem (*GRIFFON* 2005). Ist eine adäquate

Blutversorgung vorhanden, wird die Art der Knochenheilung von biomechanischen Faktoren, und damit von der erreichten Stabilität bestimmt. Von der Tatsache, dass der Anspruch an die Knochenqualität bei Verriegelungssystemen geringer ist (*GARDNER et al.* 2006, *HÖNTZSCH* 2004, *KORNER et al.* 2004), profitiert der Patient im Falle von Infektionen im Plattenbereich und bei Osteomyelitiden. Bei der Verwendung von konventionellen Implantaten stellt eine Infektion ein erhebliches Problem dar. Sie führt zur Schraubenlockerung, woraus in seiner Konsequenz das Versagen der durchgeführten Osteosynthese folgt. Eine instabile Osteosynthese kann nicht heilen, schon geringste Instabilität im Frakturgebiet führt zu Knochenresorption um die Schrauben (*PERREN* 2002). Gleichzeitig führt sie zur Persistenz der Infektion und macht eine Implantatrevision meist notwendig. So stellt *GRIFFON* (2005) dar, dass schon eine Bewegung von mehr als 2 % im Frakturspalt eine primäre Knochenheilung verhindert. Durch Mikrogefäßzerreissungen und folgende Nekrosen wird eine erfolgreiche Knochenheilung erschwert (*PERREN* 1991). Eine beeinträchtigte Blutversorgung führt in Zusammenspiel mit Infektion und Nekrosen im Frakturgebiet zu weiterer Instabilität (*BUDSBERG* 2005). Unter diesen instabilen Verhältnissen kann weder die Infektion erfolgreich therapiert werden noch der Knochen heilen. Um den Teufelskreis Ischämie-Infektion-Instabilität zu durchbrechen ist eine stabile Osteosynthese unumgänglich. Eben diese wird mit den verriegelnden Implantaten erreicht, der Kreislauf kommt erst gar nicht in Gang. Winkelstabile Implantate erhöhen die Festigkeit der Osteosynthese (*SEIDE et al.* 1999). Auch hier kommt die schwebende Implantation der Infektionsabwehr zugute. Die Infektabwehr kann im Weichteilgewebe auch unter der Platte stattfinden, der Biofilm aus nekrotischem Zelldetritus und bakteriellen Erregern kann sich unter der Platte nicht etablieren. Die Wirksamkeit einer antimikrobiellen Therapie und der körpereigenen Abwehr wird verbessert (*BUDSBERG* 2005). *PERREN* (2003) gibt an, dass im Rahmen einer biologischen Osteosynthese, ermöglicht durch einen Fixateur interne, die lokale Infektionsresistenz um den Faktor 750 erhöht wird, verglichen mit dem Einsatz einer dynamischen Kompressionsplatte. Trotz dieser Tatsache stellt die Infektion des Wundgebietes die wichtigste und schwerste Komplikation post TPLO in dieser Arbeit dar, deren Ursache wir nicht identifizieren können. Es ist sicherlich interessant eine Studie zur Infektionsresistenz in Abhängigkeit von der Implantattechnik (konventionell versus winkelstabil) speziell im Zusammenhang mit der TPLO durchzuführen, um den spezifischen Gegebenheiten der proximalen medialen Tibia (z. B. geringer Weichteilmantel) gerecht zu werden. Man kann annehmen, dass der Faktor unter den von *PERREN* (2003) angegeben 750 bei Frakturen liegt.

All dies eliminiert nicht die Notwendigkeit im Falle einer Flüssigkeitsansammlung im Plattenbereich diese abzuführen, um die Heilung der entstandenen Wundhöhle zu ermöglichen. Intraoperativ profitiert der Operateur bei winkelstabilen Implantaten von der Tatsache, dass eine perfekte Anformung entfällt. Diese macht zum Beispiel bei konventionellen Implantaten häufig ein Abfräsen/Absägen der entstandenen medialen Knochenseite nach Rotation des Tibiafragmentes oder die Exzision von Weichteilgewebe für das Plattenbett erforderlich. Beides ist in keiner Operation dieser Studie erforderlich. Die Fragmentposition wird trotz schwebender Implantation aufrecht erhalten, wohingegen es bei konventionellen TPLO-Implantaten zur Translation des Tibiakopfes zur Platte hin kommt, wenn diese der medialen Tibiakontur nicht optimal anliegt. Von den Vorteilen dieser Technologie sollen vor allem unerfahrene Chirurgen profitieren (*LEITNER et al.* 2008). *STOFFEL et al.* (2003) betonen, dass ein zu großer Abstand zwischen Knochen und Platte die Stabilität bei winkelstabilen Systemen reduziert. Daher ist die Anformung eines winkelstabilen Implantates in beschränktem Maß erforderlich. Während konventionelle Implantate versagen, wenn die auftretenden Kräfte die Haltekraft der Schrauben im Knochen überschreitet, tritt bei winkelstabilen ein Funktionsausfall nur bei strukturellem Implantatversagen (Platten- oder Schraubenbruch) oder Fraktur des Knochens entlang aller Schrauben eines Fragmentes auf (*FULKERSON et al.* 2006). Der Vorteil in der Applikation konventioneller Schrauben besteht in der freien Angulation und der Tatsache, dass man mit ihrer Hilfe Kompression auf den Frakturspalt ausüben kann. Außerdem sind sie kostengünstiger (*GORDON et al.* 2010). Im Falle der Kombination von konventionellen und verriegelten Schrauben raten *GORDON et al.* (2010) konventionelle Schrauben vor den Verriegelungsschrauben zu implantieren. *PERREN* (2003) rät von der Verwendung unterschiedlicher Schraubentypen in einem Fragment ab, da so nicht das volle Potential der Verriegelungstechnik ausgeschöpft wird. Trotzdem bleibt das System winkelstabil (*CONKLING et al.* 2010). Es muss beachtet werden, dass die konventionellen Schrauben zuerst implantiert werden (*WAGNER* 2003), sie bestimmen die Plattenposition. Diese Kombination zweier Systeme findet sich bei der TPLO-Platte von Synthes¹, während NGD² auf ein komplett zu verriegelndes System setzt. Dies gilt nicht für Platten der Größe 2,7mm und 3,5 mm small, hier wird im Kopfteil eine konventionelle Schraube implantiert (siehe Kap. 3.1.2.2). Im Rahmen dieser Studie ist das System keines Herstellers dem anderen

¹ Synthes GmbH, Umkirch

² New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA

hinsichtlich der Stabilität überlegen. Die in dieser Studie untersuchten Implantate (Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Plate^{®1}, Unity Cruciate Plate^{®2}) verwirklichen das Verriegelungsprinzip. Die Firma Synthes setzt bei ihrem System auf die Kombination einer Low-Contact-Plate im Bereich des Plattenschaftes (distal) und einer vollständigen Verriegelung aller Kopfschrauben. Eine (bei 3,5 mm broad: 2 Schrauben) Schraube im Plattenschaft kann (können) verriegelt implantiert werden, woraus per Definition auch dieser Plattenteil als winkelstabil gilt. In unserer Studie werden im Plattenschaft der Synthesplatte¹ konventionelle Schrauben eingesetzt, somit wird ein Hybrid aus konventioneller und winkelstabiler Platte implantiert. Die NGD-Platte² wird in dieser Studie stets sowohl im Plattenkopf als auch Plattenschaft verriegelt, so dass das Implantat beidseits der Osteotomie winkelstabil ist. Obwohl die Platte von Synthes bereits vorkonturiert ist, wird sie in 11,8 % formverändert, um nicht zu weit vom Knochen abzustehen. Das ist jedoch wesentlich seltener als bei der nicht konturierten NGD-Platte² mit 95,2 % der Fälle, dies ist statistisch signifikant. Durch die festgelegte Richtung der Verriegelungsschrauben verlaufen die Schrauben 2 und 3 in 47,6 % der NGD-Implantationen in Richtung Gelenk, hier ist die monokortikale Implantation indiziert, da die Gefahr der Gelenkperforation für Bohrer und Schraube besteht. Auch hierfür sind die signifikanten Einflussfaktoren der Plattentyp und die Plattengröße. Problematisch ist hier zu sehen, dass die drohende Gelenkperforation v. a. beim Bohren für einen weniger erfahrenen Operateur schwer festzustellen ist, bzw. erst nach erfolgter Gelenkperforation. Natürlich hat sich das Problem der Schraubenrichtung der NGD-Platte² unter den Operateuren herumgesprochen, so dass diese mit besonderer Sorgfalt auf die Vermeidung dieses Problems achten. Hierbei ist die Möglichkeit der monokortikalen Schraubenimplantation hilfreich. Das Problem der Gelenkperforation wird auch von *CONKLING et al.* (2010) in ihrer Studie im Zusammenhang mit der Formveränderung der NGD-Platte zur Anpassung an die mediale Tibia beschrieben. Die Schraube Nummer 2 (siehe Abbildung 19, S. 43) verläuft nach Formanpassung nach proximocaudal und damit in Gelenkrichtung. Sie raten zur monokortikalen Implantation dieser Schraube. In der Literatur wird die Inzidenz von Gelenkperforationen bei der TPLO durch eine Schraube mit 0,5 bis 3 % angegeben (*PACCHIANA et al.* 2003, *PRIDDY et al.* 2003), in dieser Studie tritt die Gelenkperforation nach NGD-Implantation bei 4,8 % auf. Das Problem der Schraubenrichtung auf das Gelenk zu sowie das der Gelenkperforation ist bei der

¹ Synthes GmbH, Umkirch

² New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA

Synthesplatte geringer (3,4 % bzw. 1,7 %). Die Schäden, die eine Gelenkperforation durch Bohrung und/oder Schraube anrichten, können in dieser Studie nicht untersucht werden. Hier ist es vor allem interessant die Verletzungen an Gelenkknorpel und Menisken zu inspizieren und zu bewerten sowie deren klinische Auswirkung und Spätfolgen. Dies kann durch multiple arthroskopische Untersuchungen bzw. experimentelle Studien erfolgen. Eine Untersuchung per Kernspintomographie ist aufgrund der eingebrachten Implantate nur nach deren Entfernung möglich. Der nachweisliche Effekt von Arthrotomien lässt einen Folgeschaden durch Gelenkperforationen als sehr wahrscheinlich erscheinen.

In 2 Fällen verlässt beim Einsatz einer NGD-Platte¹ eine Schraube die caudale Kortikalis. Dies stellt kein Problem dar, da auch so eine bikortikale Implantation vorliegt.

Bei 2 Fällen der NGD-Implantation wird durch das Biegen und Schränken des Implantates das Plattengewinde des 3. Schraubenloches der NGD-Platte, trotz Einsatz der sogenannten "Plugs" derart verzogen, dass der Locking Drill Guide von NGD¹ (siehe Abbildung 12, S. 31) zur Richtungsvorgabe nicht mehr eingedreht werden kann. Durch die Materialanpassung des Implantats (Biegen, Schränken) im Plattensteg kommt es zur Schwächung der Platte. Da der Plattensteg sehr kurz ist, liegt das Kombi-DC-Loch als Schwachpunkt ebenfalls im Biegebereich. Der Materialdefekt, der nach Einsatz eines „Plugs“ bleibt, betrifft den DC-Teil des Plattenlochs. Diese Schwächung während der Formveränderung der Platte kann ein Verziehen des Plattenlochs trotz „Plug“ erklären. Prinzipiell stellt ein Kombi-DC-Loch einen größeren Schwachpunkt (als ein Plattenloch ohnehin) bei jeder Platte dar. Aufgrund der Kombination aus kurzem Steg und anliegendem Kombi-DC-Loch handelt es sich bei der NGD-Platte um ein besonderes Konstruktionsdefizit, da die Formveränderung im Plattensteg ohne Manipulation des Kombi-DC-Loches nicht möglich ist. Um die Frage nach einem Konstruktionsmangel zu beantworten, braucht es allerdings eine größere Fallzahl und Laboruntersuchungen zum Biegeverhalten von Platte und ihren Löchern bei eingesetzten „Plugs“. Sicher muss aber kritisch gesehen werden, dass je ein nicht vollständig zu schützendes Kombi-DC-Loch proximal und distal eines sehr kurzen Plattensteges angelegt sind. Exakt hier wird die größte intraoperative Formveränderung durchgeführt. Ein Implantatbruch an diesen Stellen tritt in unserer Studie nicht auf. Es bestand zu Beginn der Studie die Befürchtung, dass es durch den kurzen Plattensteg (3,5 mm-Platte: 5 mm) der NGD-Platte¹ Probleme mit der Schraubenposition im Osteotomiespalt geben kann. Dieses Problem tritt nicht auf, wenngleich der Spielraum zum Anbringen während der Implantation

¹ New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA

für den Chirurgen geringer ist als bei dem Synthesimplantat (3,5 mm-Platte: 10 mm). Bei einer kleinen Platte (z. B. 2,7 mm oder 2,0 mm) spielt die kurze Steglänge von 3 mm bei der Implantation für den Operateur eine wichtige (nachteilhafte) Rolle. So muss er besondere Sorgfalt walten lassen, da sowohl die korrekte Positionierung der Platte als auch das korrekte Halten des Implantates schwieriger sind. Dadurch steigt die Gefahr von Fehlbohrungen. In der Studie von *CONKLING et al.* (2010), bei der ebenfalls das Implantat von NGD¹ verwendet wird, ist das Problem mit dem Eindrehen des „Locking Drill Guide“ nach Formveränderung nicht beschrieben.

Unsere Untersuchung zeigt außerdem, dass die Notwendigkeit einer Formveränderung bei einer 2,7 mm und 3,5 mm small TPLO-Platte signifikant steigt ($p = 0,0001$). Da diese Gruppe zu zwei Dritteln aus NGD-Platten besteht, handelt es sich hier um den Einfluss der NGD-Platten¹ auf die Notwendigkeit einer Plattenformveränderung.

Die Untersuchungen zu intraoperativen Komplikationen unterliegen der Einschränkung einer ungleichen Gruppenverteilung. Da in der kleineren Gruppe, bei der NGD-Implantate verwendet wurden, Komplikationen jedoch stark repräsentiert sind, ist die aufgezeigte Tendenz als gesichert anzusehen. Bei der Implantation einer NGD-Platte¹ ergeben sich intraoperativ häufiger Probleme und man muss bei einer größeren Fallzahl von einer Problemhäufung ausgehen.

5.7 Operations- und Implantationsdauer

Schon *LEITNER et al.* (2008) vermuten, dass die Implantation ohne erforderliche Plattenanpassung schneller durchführbar ist, zum Beispiel im Rahmen der Anwendung winkelstabiler Implantate. In unserer Studie wird neben der Gesamtdauer der Implantation in den Gruppen 1 bis 4 untersucht. Die durchschnittliche Operationszeit beträgt $83,1 \pm 19,7$ Minuten und liegt damit im bereits beschriebenen Rahmen (*PRIDDY et al.* 2003). Hier kann gezeigt werden, dass der erfahrenere Operateur bei dieser Operation signifikant schneller ($p = 0,0088$) ist als der Resident des ECVS. Außerdem kann nachgewiesen werden, dass eine Operation, bei der ein Meniscal Release als weiterer Operationsschritt durchgeführt wird (Gruppen 1b bis 4b) signifikant länger dauert

¹ New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA

($p = 0,0093$). Diese Differenz beträgt durchschnittlich 19,2 Minuten, muss allerdings mit Vorsicht betrachtet werden, da die Standardabweichungen breit sind (siehe Kap. 4.18), und es so teilweise zur Überlappung kommt. Beides ist zu erwarten: Ein sehr erfahrener Operateur beherrscht allein aufgrund der Zahl durchgeführter orthopädischer Operationen den Zugang zum Implantationssitus als auch die notwendigen Handgriffe aufgrund seiner Erfahrung besser, was sich erwartungsgemäß in der kürzeren Operationszeit ausdrücken kann. Da der Meniscal Release einen zusätzlichen Operationsaufwand darstellt, dauern diese TPLOs länger. Im Rahmen dieses Ergebnisses muss erneut betont werden, dass eine Meniskuschirurgie sorgsam abgewägt werden muss, da sie neben oben erwähnten Problemen (siehe Kap. 5.2) zur Verlängerung der Operationszeit führt. Dies muss unter dem Aspekt der erhöhten Narkosedauer im Verhältnis zum Infektionsrisiko bedacht werden. Aussagen dazu können anhand unserer Studie nicht gemacht werden, da die Aufzeichnungen zur Narkosedauer unvollständig sind. Es wird in unserem Haus außerdem keine standardisierte Narkose für alle Hunde angewendet, sondern diese individuell an den Patienten angepasst. Somit ist eine Vergleichbarkeit hier nicht gegeben. Es kann außerdem gezeigt werden, dass die Operationsdauer mit zunehmender Plattengröße signifikant steigt ($p = 0,0005$). Da eine größere Platte (3,5 mm broad) einen größeren Zugang erfordert (der Patient ist ebenfalls größer), ist ein erhöhter Zeitaufwand absehbar, der sowohl der Präparation als auch dem späteren Wundverschluss geschuldet ist. Da die Plattengröße durch die Patientengröße und -masse vorgegeben ist, besteht hier keine Reserve für eine Verkürzung der Operationszeit. Während *DUNNING* (2003) von einem erhöhten Infektionsrisiko und *CHARACTER et al.* (2003) von einem steigenden Handschuhperforationsrisiko bei Operationen mit einer Dauer über 60 Minuten berichten, können *STAUFFER et al.* (2006) in ihrer Studie keine Veränderung bei der Inzidenz postoperativer Komplikationen bei der TPLO feststellen. Hier kann die Operationsdauer von 100 auf 45 Minuten gesenkt werden. Ähnliches berichten *PRIDDY et al.* (2003). In früheren Studien wird von einer geringeren Infektionsrate im Rahmen einer reduzierten Narkose- und OP-Dauer berichtet (*BEAL et al.* 2000, *BROWN et al.* 1997). Wie von *SLOCUM & SLOCUM* (1993) beschrieben, wird in unserer Studie ein "Jig" (siehe Abbildung 6, S. 6) verwendet, um eine Fehlstellung der Gliedmaße nach Osteotomie zu vermeiden. Das Anbringen des "Jig" ist ein zweitaufwändiger Vorgang, auf den mittlerweile viele Kollegen verzichten. Sie überprüfen die korrekte Stellung der Gliedmaße durch Sicht- und Palpationskontrolle. Dem Vorteil der Zeitersparnis steht ein gewisses Fehlerpotential gegenüber: Vor allem bei weniger erfahrenen Chirurgen besteht das Risiko eine iatrogene

Gliedmaßenfehlstellung zu erzeugen. Zum einen dient der "Jig" während des Sägens als Orientierung, zum anderen verhindert er ein Auseinanderweichen des Knochens nach Osteotomie. Als drittes verhindert er eine fehlerhafte Plattenfixation der durchgeführten Korrektur (hinsichtlich der Translation des osteotomierten Tibiakopfes). Wir ziehen einen erhöhten Zeitaufwand diesen Risiken vor. Als Lehranstalt werden somit alle TPLOs in dieser Untersuchung nach Kursvorgaben (*SLOCUM & SLOCUM* 1993) durchgeführt. Da bei der Operationszeit zahlreiche Faktoren eine Rolle spielen und ihre Aussagekraft über das zu implantierende System eingeschränkt ist, wird die Implantationszeit ebenfalls untersucht. Hier zeigt sich folgendes: Der sehr erfahrene Operateur implantiert signifikant ($p = 0,0005$) schneller, die Implantation des Verriegelungssystems von Synthes¹ erfolgt in signifikant kürzerer Zeit ($p = 0,047$) als das von NGD², der Einfluss der Plattengröße auf die Implantationsdauer ist signifikant ($p = 0,039$). Wechselwirkungen zwischen den untersuchten Einflussfaktoren existieren nicht, das heißt, alle Faktoren für sich beeinflussen die Implantationszeit signifikant. Der positive Einfluss von Erfahrung auf die Implantation bei orthopädischen Eingriffen ist nicht erstaunlich. Was sich bei der Implantationszeit erneut zeigt, ist die Überlegenheit des Verriegelungssystems der Firma Synthes¹. Hier spielen zwei Faktoren eine wichtige Rolle: Die Platte ist vorkonturiert, was im Großteil der Fälle eine erneute Formveränderung überflüssig macht. Allein der Schutz der Plattengewinde durch „Plugs“ erfordert Zeit beim Einsetzen und Entfernen dieser und schlägt sich im Zeitfaktor nieder. Zum anderen ist die Richtung der Schrauben im Zusammenhang mit der vorkonturierten Plattenform durchdacht gewählt. Probleme bei der Schraubenimplantation (Bohrführhülse greift nicht im Plattengewinde, Bohrführhülse interferiert mit „Jig“, Schrauben drohen Gelenk zu perforieren) wie sie beim NGD-System² auftreten, kosten ebenfalls Zeit und fordern die besondere Aufmerksamkeit des Chirurgen. All das berechtigt den Einsatz vorkonturierter Platten (auch von NGD). Zum einen lässt sich der Zeitfaktor durch den Einsatz von „Plugs“ reduzieren zum anderen sinkt die Gefahr, dass das Plattengewinde im Rahmen der Formveränderung der Platte verzieht (s. o.). Eine vorkonturierte Platte erfordert dann Plattenlöcher und Plattengewinde in einer vorgegebenen Winkelung (siehe z. B. Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Plate^{®1}), um die Kontur der Platte auszugleichen und die Gelenkperforation beim Einsatz verriegelter Schrauben zu vermeiden. Beim Einfluss der Plattengröße auf die Implantationszeit können folgende

¹ Synthes GmbH, Umkirch

² New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA

Faktoren eine Rolle spielen: Die 3,5 mm broad Platte hat 2 Schrauben mehr, was sich als Zeitaufwand niederschlägt. Die 3,5 mm Platte ist die am häufigsten und am schnellsten implantierte Platte ($17,3 \pm 6,7$ Minuten ($\bar{x} \pm s$)). Allein die Anzahl kann den Zeitfaktor durch Routine beeinflussen. Sie stellt sozusagen den „Standard“ dar. Warum sich die Gruppe mit den Plattengrößen 2,7 mm und 3,5 mm small ($19,5 \pm 5,5$ Minuten ($\bar{x} \pm s$)) von der Gruppe mit den 3,5 mm Platten ($20,8 \pm 8,9$ Minuten ($\bar{x} \pm s$)) in der Implantationsdauer unterscheiden, kann nicht sicher identifiziert werden. Zwar unterscheidet sich die Plattenkonfiguration dieser Platten bei NGD¹ im proximalen Plattenloch (nicht zu verriegeln). Davon ist aber kein negativer zeitlicher Einfluss zu erwarten. Ein möglicher Einfluss auf die Implantationszeit ist hier die Tatsache, dass es sich um kleinere Patienten handelt. Dies kann in Verbindung mit dem kurzen Plattensteg die intraoperative Positionierung der Platte auf dem osteotomierten Tibiakopf erschweren und erfordert einen erhöhten Aufwand für den Operateur, da die Fläche zur Plattenpositionierung kleiner und der Spielraum geringer ist.

5.8 Postoperative Komplikationen

In der Literatur werden zahlreiche postoperative Komplikationen nach einer TPLO beschrieben (*KERGOSIEN et al.* 2004, *PACCHIANA et al.* 2003, *PRIDDY et al.* 2003, *STAUFFER et al.* 2006, *FITZPATRICK & SOLANO* 2010). In dieser Studie stellen Infektionen die wichtigste Komplikation dar. Zwar kann nur bei 4/8 (50 %) Patienten mit einer „minor complication“ ein Keimwachstum nachgewiesen werden. Aufgrund klinischer Befunde (verstärkte Lahmheit, Schwellung, Rötung, Wärme (*WEESE* 2008)) muss bei sieben dieser Fällen von einer Infektion ausgegangen werden, weshalb hier eine Antibiotikatherapie angewendet wird. Diese antibiotische Therapie führt bei 8/8 Patienten mit „minor complications“ zum Verschwinden der klinischen Symptomatik und damit zum Erfolg. Wichtiger ist die Gruppe der „major complications“ ($n = 8$). Diese beinhaltet Patienten, bei denen aufgrund einer Infektion im Operationsgebiet ein erneuter chirurgischer Eingriff in unterschiedlichem Umfang erfolgt (z. B. Legen einer Saugdrainage, siehe Kap. 3.9, S. 46). Dieser wird durchgeführt, um in Kombination mit einer antimikrobiellen Therapie eine langfristig erfolgreiche Heilung der durchgeführten Osteotomie zu gewährleisten. Wichtigstes Kriterium für eine Entscheidung zur erneuten Operation ist eine Flüssigkeitsansammlung oder

¹ New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA

Fistelbildung im Operationsgebiet, die eine offene Wundbehandlung im Sinne der Drainage des Wundgebietes erfordert. Dabei verwenden wir ein geschlossenes Drainagesystem mit Saugwirkung¹ (siehe Kap. 3.9, S. 46), um eine zusätzliche Keimbesiedelung von außen ins Plattengebiet zu vermeiden. Durch den aufgebauten Unterdruck findet ein unidirektionaler Flüssigkeitsstrom vom Plattengebiet weg statt. Im Gegensatz dazu ist in der Literatur ist u. a. der Einsatz warmer Kompressen im Wundgebiet bei Seromen beschrieben (*PACCHIANA et al.* 2003). Der wichtigste Satz dieser Arbeit steht unter 4.22: „Ein Implantatdefekt oder eine Lockerung der Implantate ist bei keinem Patienten sichtbar geworden.“ Das zeigt, die Integrität ausnahmslos aller Implantate sowie deren Haltefunktion blieben erhalten. Dies bedeutet, dass trotz aufgetretener Infektionen und Entzündungen im Frakturgebiet die Stabilität der durchgeführten Korrekturosteotomie durch die eingesetzten winkelstabilen Implantate immer gewährleistet wurde. Nur durch diese Stabilität lässt sich die Verschlechterung der Situation verhindern und eine Heilung sowohl der Infektion als auch des Knochens ermöglichen. Während bei konventionellen Implantaten eine Infektion erfahrungsgemäß zur Schraubenlockerung und damit zum Implantatversagen führt, ist dies bei keinem Patienten in dieser Studie aufgetreten. Wie bereits unter Kapitel 5.6 beschrieben, wird die Synthesplatte nicht vollständig, sondern nur im Plattenkopf verriegelt. Obwohl also ein System komplett winkelstabil (NGD) und das andere als Hybrid (Synthes) eingesetzt wird, kann bei beiden Systemen kein Verlust der Stabilität oder eine Schraubenlockerung diagnostiziert werden. Unter dem Aspekt aufgetretener Infektionen im Plattenbereich bedeutet dies, dass auch keine Schraubenlockerung der konservativen Schrauben im Plattenschaft auftritt. Somit kann man davon ausgehen, dass Schraubenlockerungen bei konventionellen TPLO-Platten im Bereich des Plattenkopfes und damit im osteotomierten Tibiakopf beginnen. Dies wird durch die Erfahrung aus der Zeit der konventionell verschraubten TPLO-Platten bestätigt. Der Tibiakopf besteht aus spongiösem Knochen, der einer implantierten Kortikalisschraube geringeren Halt bietet. Manche Chirurgen setzen daher Spongiaschrauben im Tibiakopf ein, um den Schraubenhalt durch das gröbere Gewinde zu verbessern, riskieren aber damit bedingt durch den geringeren Kerndurchmesser Schraubenbrüche. Beim Einsatz von Verriegelungsschrauben im Tibiakopf tritt in unserer Untersuchung keine Schraubenlockerung auf. Der Prozess der Schrauben- und damit Plattenlockerung kann durch den Einsatz von winkelstabiler Implantattechnik im Tibiakopf erfolgreich verhindert werden. Das heißt aber auch, dass im Plattenschaft keine verriegelten

¹ Mini-Redon-Faltenbalg – 50 ml (flach)[®], Fa. Primed, Halberstadt

Schrauben erforderlich sind, um die Stabilität der Osteosynthese zu erhalten. Bei der original TPLO-Platte von Slocum ist eine Umverplattung im Rahmen der Infektion aufgrund von Schraubenlockerung erforderlich (*MILLIS* 2003). Dabei muss zum Teil eine andere, neue Platte oder die externe Augmentation (*Fixateur externe*) gewählt werden, da die alten osteolytisch aufgeweiteten Schraubenlöcher im Knochen nicht erneut verwendet werden können. Im Zuge eines solchen Eingriffes wird neben einem Debridement die Osteotomie aufgefrischt und ggf. Spongiosa eingesetzt, um die Knochenheilung zu verbessern (*BRADEN* 1991, *MILLIS* 2003). Dies bedeutet natürlich einen enormen operativen, zeitlichen und finanziellen Aufwand, der den des ursprünglichen Eingriffes (TPLO) übertrifft. Auch hier zeigt sich die Überlegenheit winkelstabiler Systeme mit ihrem geringen Anspruch an Knochenqualität. Sie können theoretisch trotz eventuell vorhandenen resorptiven Vorgängen im Bereich des Bohrloches von Verriegelungsschrauben, welche in unserer Studie nicht auftreten, die benötigte Stabilität aufrecht erhalten (s. o.), und machen damit einen Implantatwechsel überflüssig. Langfristig ist nach erfolgter Knochenheilung die Implantatentfernung bei Patienten mit Infektion indiziert (*LOZIER* 2004).

Bei 4/80 (5,0 %) Tieren kann bei postoperativen Kontrollen eine Fibulafraktur festgestellt werden. Bei diesen Patienten wurde eine Synthesplatte durch den erfahreneren Operateur implantiert (Gruppe 1). Aufgrund der geringen Zahl kann kein Zusammenhang zum verwendeten Plattensystem dargestellt werden. Der Hauptfaktor, der eine Fibulafraktur begünstigen kann, ist eine zu distale Osteotomie (*LOZIER* 2004). 2/4 Patienten mit einer Fibulafraktur p. op. weisen einen beidseitigen Kreuzbandriss auf, was sich in einer stärkeren Belastung der operierten Gliedmaße ausdrückt, ein mögliches Risiko für die Fibulafraktur. Bei allen Patienten mit postoperativer Fibulafraktur liegt die durchgeführte Schwenkung des Tibiaplateaus im in Tabelle 2 (S. 65) beschriebenen Rahmen. Bei 2/4 Kniegelenken mit postoperativer Fibulafraktur wurde eine distale Osteotomie durchgeführt, das Zentrum des durch die Osteotomie beschriebenen Kreises liegt hier distal der *Eminentia intercondylaris*. Somit ist eine singuläre Ursache für die anschließende Fibulafraktur in dieser Studie nicht sicher zu identifizieren. Eine postoperative Fibulafraktur erfordert keine Reoperation, ein negativer Effekt auf die Knochenheilung kann nicht festgestellt werden. Bei keinem Patienten in dieser Studie tritt eine Tuberositasfraktur auf. Sie wird in der Literatur mit 1 bis 8,7 % als häufigste postoperative Komplikation angegeben.

Mit der Gesamtkomplikationsrate von 20,0 % liegt diese Studie im bereits beschriebenen Rahmen (18,8 bis 34,0 %). Wobei die erforderlichen Reoperationen mit 10,0 % in dieser

Studie über den Angaben der Literatur (4,8 %) liegen, deren Umfang und Aufwand nicht angegeben wird. Bei 4/80 Kniegelenken (5,0 %) wird aufgrund einer „major complication“ eine Wundrevision durchgeführt, bei einem Hund (1,3 %) wird das Kniegelenk aufgrund intraartikulärer Infektion zweimal gespült. Bei 4 Patienten (5,0 %) wird minimal invasiv lediglich eine Saugdrainage nach Stichinzision eingelegt, um die Seromflüssigkeit abzuführen. Diese Tatsachen sind insofern erwähnenswert, als dass es sich bei nur 3 Kniegelenken um einen operativen Eingriff handelt, der unter Allgemeinanästhesie durchgeführt werden muss, um eine Heilung zu ermöglichen. Sowohl das Einlegen einer Saugdrainage als auch die Kniegelenkspülung sind minimal invasiv und können wach bzw. in Sedation unter Lokalanästhesie durchgeführt werden. Diese Eingriffe erfolgen in unserem Haus in Narkose. Bei all diesen Fällen kann, wie bereits berichtet, eine Infektion nachgewiesen werden. Die Angaben in der Literatur, was die Art des Eingriffes im Rahmen der Re-OP nach Infektion betrifft, sind meist vage oder nicht vorhanden. *FITZPATRICK & SOLANO* (2010) publizieren, dass bei 30,3 % der TPLOs aufgrund einer Infektion eine Plattenentfernung durchgeführt wurde, der Zeitpunkt ist unklar. *PACCHIANA et al.* (2003) beschreiben eine Re-OP-Rate von 5,0 % nach TPLO. In der Literatur werden unterschiedliche Ursachen einer Infektion post TPLO diskutiert (*FITZPATRICK & SOLANO* 2010), so zum Beispiel Verletzungen des Periosts, Dauer der Operation, Narkosedauer, Körperinnentemperatur während der Narkose, Nekrosen durch Hitze im Osteotomiespalt, Ausmaß der intraoperativen Weichteilverletzung als Teil der Präparation und die Art der Implantate. Die Infektionsrate unserer Untersuchung liegt nicht unter der in der Literatur beschriebenen (3 - 7 %). Die bereits von *FITZPATRICK & SOLANO* (2010) aufgestellte Hypothese, dass Verriegelungsplatten die Rate postoperativer Infektionen senkt, kann in unserer Studie nicht bestätigt werden. Trotzdem sinkt der Grad der klinischen Ausprägung der Infektion. Die Ursache dieser Infektionen bleibt somit weiter unklar und erfordert weitere Untersuchungen. Eine mögliche Erklärung für die hohe postoperative Infektionsrate der TPLO im Vergleich zu anderen elektiven sterilen Eingriffen ist der geringe Weichteilmantel im Bereich der proximalen medialen Tibia, und die dadurch reduzierte lokale Immunkompetenz. Auch der hohe Keimdruck in großen Kliniken in Zusammenhang mit dem immer häufigeren Auftreten von multiresistenten Bakterienstämmen kann eine Erklärung hierfür sein. Dem widerspricht die Tatsache, dass bei proximalen Tibiafrakturen (begleitet von zusätzlich geschädigtem Weichteilgewebe) Infektionen eine sehr seltene Ausnahme darstellen. Warum bei der TPLO diese massiv erhöhte Infektionsrate (auch in anderen

Häusern) auftritt bleibt unklar. Weitere Untersuchungen zum Zusammenhang und der Inzidenz postoperativer Infektionen und multiresistenten Keimen in der Tiermedizin sind erforderlich. Die Verdickung der Patellarsehne post TPLO wird im Schrifttum beschrieben (*PACCHIANA* 2003, *STAUFFER* 2006). Sie wird mit 14 bis 80 % der Fälle in unterschiedlichem Ausmaß angegeben (*CAREY* 2005, *PACCHIANA* 2003). Risikofaktoren sind hier ein teilweise intaktes Kreuzband, eine craniale Osteotomie und die Tuberositasfraktur. Nur 3,0 bis 7,4 % dieser Fälle zeigen klinische Anzeichen einer Pathologie der Patellarsehne. Bei *CAREY et al.* (2005) werden 71,4 % der Patienten (5/7) mit klinisch apparenter Tendinopathie der Patellarsehne nach Therapie mit nichtsteroidalen Antiphlogistika und Leinenzwang über 4 bis 8 Wochen klinisch unauffällig. Insgesamt weisen 3 Monate post operationem 92/94 Patienten (97,9 %) keine Klinik einer Tendinose der Patellarsehne mehr auf. Das in ihrer Studie durchgeführte Debridement der Patellarsehne bei 2/94 (2,1 %) wird von den Autoren nicht empfohlen, sie raten zur konservativen Therapie unabhängig vom Schweregrad der Tendinose. Die Patellarsehnenverdickung wurde aufgrund hinreichender Beschreibung in der Literatur (s. o.) nicht untersucht, die bekannten Risikofaktoren werden durch die Art der Plattenfixation nicht beeinflusst. Die Verdickung der Patellarsehne ist in unserer Untersuchung von geringer klinischer und vor allem therapeutischer Relevanz.

5.9 Knochenheilung

Unsere vorliegenden Daten lassen nur eine eingeschränkte Aussage zur Knochenheilung zu. Zum einen werden keine frequenten Röntgenkontrollen in kurzen zeitlichen Abständen (engmaschige Verlaufskontrolle) durchgeführt, sondern postoperative Routinekontrollen. Zum anderen werden nur 42/80 (52,5 %) der Kniegelenke zur Röntgenkontrolle bis 13 Wochen post operationem vorgestellt. So werden zur Abschlussröntgenkontrolle 36/59 (61,0 %) Patienten nach Implantation der Synthesplatte¹ und 6/21 (28,6 %) Patienten, die mit einer NGD-Platte² versorgt wurden vorgestellt. Es kann kein signifikanter Einfluss auf die Knochenheilung identifiziert werden. Man muss aufgrund der hohen Anzahl an Ausfällen bei der 12-Wochenkontrolle davon ausgehen, dass Tiere mit Problemen überrepräsentiert sind. Die klinische Erfahrung zeigt, dass Tiere, bei denen die postoperative Heilung problemlos verläuft, seltener wieder vorgestellt werden als Tiere mit Problemen. Die durch den Besitzer vorgenommene Vorauswahl sowie die ungleiche Verteilung der wiedervorgestellten Patienten schränken die Aussagen zur Knochenheilung ein. *CONKLING et al.* (2010) berichten von einer signifikant weiter fortgeschrittenen Knochenheilung 8 Wochen p. op. beim Einsatz von Verriegelungsschrauben. Anhand unserer Untersuchung ist keine Aussage dazu möglich.

5.10 Schlussfolgerungen

Der Einsatz der Verriegelungstechnologie bei der Fixation der Tibial Plateau Leveling Osteotomy ist eine sinnvolle Weiterentwicklung. Sie beinhaltet einen größeren Materialaufwand als die konventionelle Plattenimplantation, vereinfacht jedoch die Operation. Vor allem die Rate von 0,0 % Implantatversagen, zum Teil trotz Infektionen im Operationsgebiet, spricht für sich. Das Ziel, die Knochenheilung durch eine weichteilschonende und stabile Osteosynthese zu gewährleisten, wird auch unter widrigen Umständen und unabhängig von der Erfahrung des Chirurgen erreicht. Die Verriegelungstechnik bei der TPLO stellt somit auch eine Möglichkeit der Stabilisation einer TPLO nach Versagen konventioneller Implantate (z. B. nach Infektion) im Rahmen der

¹ Synthes GmbH, Umkirch

² New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA

Reoperation dar. *FITZPATRICK & SOLANO* (2010) äußern in ihrer Arbeit die Hoffnung mit dem Einsatz winkelstabiler Implantate die Infektionsrate bei der TPLO zu senken. Dies kann in unserer Studie nicht erfüllt werden, jedoch sinkt der Grad der klinischen Ausprägung der Infektion im Operationsgebiet. Wir können somit zeigen, dass durch den Einsatz der Verriegelungstechnik in der TPLO dem Tierarzt eine Möglichkeit an die Hand gegeben ist, den Teufelskreis, der durch eine Infektion im Operationsgebiet angestoßen wird, zum Stillstand zu bringen. Durch eine Aufrechterhaltung der angestrebten Osteotomiestabilität wird dieses Problem auch unter Kostengesichtspunkten beherrschbar. Mittlerweile beschränkt sich die Therapie einer „major complication“ in unserer Klinik auf das minimal invasive Einlegen einer Saugdrainage, um lokale Wundflüssigkeit abzuführen. Im Zusammenspiel mit einer gezielten antibiotischen Therapie und unter Erhaltung der Implantatstabilität und –integrität kann die TPLO so auch unter widrigen Umständen ohne eine gravierende chirurgische Intervention oder Umverplattung zu einer erfolgreichen Heilung geführt werden. Entscheidend für die Aufrechterhaltung der durchgeführten Korrekturen sind die Schrauben im Tibiakopf und deren Knochenhalt. Es kann kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Plattentypen in Bezug auf die Knochenheilung ermittelt werden.

In dieser Arbeit kann die Überlegenheit der Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Plate^{®1} hinsichtlich des intraoperativen Handlings gegenüber der Unity Cruciate Plate[®] von NGD² dargestellt werden. Beide Systeme erfüllen das Ziel einer erfolgreichen Fixation und Aufrechterhaltung der Stabilität der durchgeführten Korrekturen unter Wahrung der Implantatintegrität. Es wurden die Preisunterschiede der Plattensysteme bereits erwähnt (S. 87). Wie in dieser Arbeit dargestellt treten bei der Implantation v. a. der Unity Cruciate Plate^{®2} von NGD intraoperativ zahlreiche Schwierigkeiten auf, die ein hohes Maß an Aufmerksamkeit des Chirurgen erfordern. Ohne eine intraoperative Durchleuchtungskontrolle und/oder entsprechende Erfahrung kann v. a. das Problem der Schraubenrichtung (siehe Kap. 4.20) ein Problem für den Chirurgen darstellen. Das Verriegelungssystem von Synthes¹ ist auf mögliche Probleme im Zusammenhang mit der Plattenfixation besser zugeschnitten und für den Chirurgen einfacher in der Anwendung. Der Nachteil des Systems sind die im Einkauf um ca. 40 - 50 € höheren Implantatkosten.

¹ Synthes GmbH, Umkirch

² New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA

6 Zusammenfassung

Erik Binder

Vergleich von zwei Verriegelungssystemen im klinischen Einsatz bei der Tibial Plateau Leveling Osteotomy unter besonderer Berücksichtigung ihrer Applikationseigenschaften

In dieser Studie wurden im Klinikum Veterinärmedizin, Klinik für Kleintiere - Chirurgie, der Justus-Liebig-Universität Gießen 80 Operationen an 76 Hunden mit Kreuzbandruptur im Zeitraum März 2008 bis April 2010 ausgewertet. Die Patienten wurden in 4 Gruppen (1 – 4) mit je 2 Untergruppen (a, b) eingeteilt. Bei allen Patienten wurde eine Tibial Plateau Leveling Osteotomy nach *SLOCUM & SLOCUM* (1993) zur dynamischen Stabilisation des kreuzbandinsuffizienten Kniegelenks unter Anwendung eines "Jig" durchgeführt. In den Gruppen 1 und 3 wurde die Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Plate^{®1} zur Fixation der Osteotomie eingesetzt, bei den Gruppen 2 und 4 die Unity Cruciate Plate[®] von NGD². Die Eingriffe in den Gruppen 1 und 2 wurden durch einen überdurchschnittlich erfahrenen Chirurgen durchgeführt, die in den Gruppen 3 und 4 durch zwei erfahrene Chirurgen (Residents des ECVS). Die Einteilung in die Untergruppen wurde nach durchgeführtem Meniscal Release (b) oder nicht erfolgtem Meniscal Release (a) vorgenommen. Es wurden 21 NGD- und 59 Synthes-Platten implantiert.

Alle Patienten wurden am Tag post operationem hinsichtlich des Zustandes der operierten Gliedmaße klinisch untersucht. 4 und 12 Wochen post operationem erfolgte die klinische und radiologische Nachkontrolle der Patienten. In der 4-Wochenkontrolle zeigen 54,2 % der vorgestellten Patienten (n = 59) keine oder eine Lahmheit Grad 1, 39,0 % der Hunde eine Lahmheit Grad 2. 6,8 % der Hunde belasten das Bein nicht (Lahmheit Grad 3 und 4). In der 12-Wochenkontrolle zeigen 84,6 % der vorgestellten Tiere (n = 39) keine oder eine Lahmheit Grad 1, bei 15,4 % der Hunde besteht eine Lahmheit Grad 2. Über das gesamte Patientengut kann eine geringgradige Zunahme arthrotischer Veränderungen des operierten Kniegelenkes

¹ Synthes GmbH, Umkirch

² New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA

in der 4- und 12-Wochenkontrolle aufgezeigt werden. Diese sind unabhängig vom Plattentyp, von der Plattengröße oder dem Operateur.

Der sehr erfahrene Chirurg führte die TPLO signifikant schneller durch als der Resident ($p = 0,0088$). Desweiteren wurde die Operationszeit signifikant durch die Durchführung eines Meniscal Release um durchschnittlich 19,2 Minuten ($p = 0,0093$) verlängert. Die Operationszeit stieg signifikant ($p = 0,0005$) mit der verwendeten Plattengröße. Der Einfluss der Erfahrung des Operateurs auf die Verkürzung der Implantationsdauer war hochsignifikant ($p = 0,0005$). Die Implantationsdauer zwischen den beiden Plattensystemen (Synthes, NGD) unterschied sich signifikant zugunsten des Systems der Firma Synthes¹ ($p = 0,047$). Die Implantationsdauer für die vorkonturierten Synthes-Platten betrug durchschnittlich $17,7 \pm 6,8$ Minuten ($\bar{x} \pm s$) und war kürzer als die nicht konturierten NGD-Platten² mit $20,5 \pm 6,4$ Minuten ($\bar{x} \pm s$). Ebenfalls signifikanten Einfluss auf die Implantationsdauer übte die Plattengröße (3,5 mm broad > 2,7 mm/3,5 mm small > 3,5 mm) aus.

Intraoperativ traten unterschiedliche Komplikationen auf (Schraubenrichtung zum Gelenk ($n = 11/80$), Gelenkperforation ($n = 2/80$), verzogenes Plattengewinde ($n = 2/80$)). Dabei war das relative Risiko eine Schraube in Richtung des Kniegelenks zu setzen, bei Verwendung einer NGD-Platte 14-fach höher als bei der Synthesplatte ($p = 0,0003$). Das relative Risiko der Gelenkperforation durch eine implantierte Schraube ist bei der NGD-Platte 2,8-fach höher, dies war nicht signifikant. Ein Verziehen des Plattengewindes nach Formveränderung der Platte trat ausschließlich beim Implantat von NGD² auf. Die TPLO-Platte von NGD musste signifikant häufiger ($p < 0,0001$) formverändert werden ($n = 20/21$) als die vorkonturierte Synthesplatte¹ ($n = 7/59$). Insgesamt war die TPLO-Platte der Firma Synthes¹ mit geringerem Aufwand für den Chirurgen zu implantieren.

Die postoperative Gesamtkomplikationsrate beträgt 20,0 %. Dabei wurde unterschieden in „minor complications“ (10,0 %) und „major complications“ (10,0 %). Die Infektion des Operationsgebietes stellte das Hauptproblem dar. Bei 4/8 Patienten mit einer „minor complication“ konnte ein Keimwachstum nachgewiesen werden. In 4/8 Fällen kam es zu einer postoperativen Fibulafraktur, deren Ursache abschließend nicht identifiziert werden konnte. Diese Fibulafrakturen waren nicht behandlungswürdig. Die Patienten der Gruppe „minor complications“ konnten alleine durch eine Antibiotikatherapie erfolgreich behandelt werden.

¹ Synthes GmbH, Umkirch

² New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA

3/8 Patienten mit „major complications“ erforderten einen weiteren chirurgischen Eingriff (Wundversorgung, Drainage), um die erfolgreiche Heilung zu gewährleisten. Bei 4/8 Patienten reichte ein minimal invasives Vorgehen aus. Bei einem Patienten wurde eine intraartikuläre Kniegelenksinfektion mit einer zweimaligen minimalinvasiven Kniegelenksspülung therapiert. Damit wurde bei 3/80 (3,8 %) TPLOs eine Reoperation durchgeführt. Bei keinem Patienten trat eine Implantatlockerung (sowohl der Schrauben im Knochen als auch der Schrauben in der Platte) oder ein Implantatversagen auf. Eine Umverplattung wurde bei keiner der 80 durchgeführten TPLO-Operationen notwendig. Die Stabilität der durchgeführten Korrekturen wurde bei allen Patienten, auch nach auftretenden Infektionen, erfolgreich aufrechterhalten. Obwohl mit der Verriegelungstechnik eine weichteil- und periostschonende Osteosynthese durchgeführt werden kann, reduziert dies nicht die Rate postoperativer Infektionen, verbessert jedoch deren Beherrschbarkeit durch den Tierarzt. Mit dem Einsatz der Verriegelungstechnik bei der TPLO haben Tierärzte ein probates Mittel, eine TPLO auch nach deren Infektion mit geringem zeitlichem und pekuniärem Aufwand zur erfolgreichen Heilung zu führen.

7 Summary

Erik Binder

A comparison of two locking plate systems in clinical use in a tibial plateau leveling osteotomy with special focus on their application characteristics

This study included 80 surgical procedures on 76 dogs with a cranial cruciate ligament rupture performed at the Department of Veterinary Clinical Sciences, Clinic for Small Animals – Surgery, Justus-Liebig-University, Giessen between March 2008 to April 2010. Patients were divided into 4 groups (1 – 4) each containing 2 subgroups (a, b). All Patients underwent a tibial plateau leveling osteotomy (TPLO) as described by *SLOCUM & SLOCUM* (1993) for dynamic stabilization of the cranial cruciate ligament deficient stifle by using a “jig”. Groups 1 and 3 consisted of dogs being operated using the Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Plate^{®1} for fixation of the osteotomy whereas within animals of the groups 2 and 4 the Unity Cruciate Plate[®] by NGD² was used. The surgical interventions in groups 1 and 2 were performed by an above-average experienced surgeon, while those in groups 3 and 4 were performed by two experienced surgeons (Residents of the ECVS). Classification of the subgroups was done according to meniscal release performed (b) and meniscal release not performed (a). In this study 21 NGD- and 59 Synthes-implants were applied.

In all patients the status of the operated limb was examined clinically the day after surgery. At 4 and 12 weeks after surgery we performed a follow up physical exam and radiographs. At the 4-weeks recheck 54.2 % of the re-examined patients (n = 59) showed no lameness or first degree lameness. Of the dogs examined, 39.0 % of the dogs had a second degree lameness and 6.8 % of the patients did not use the operated limb properly (lameness of third and fourth degree). At the 12-weeks follow-up exam, 84.6 % of the examined animals (n = 39) showed no lameness or showed a first degree lameness and a share of 15.4 % had a second degree lameness. Considering the whole patient population a mild increase of arthrotic changes of the

¹ Synthes GmbH, Umkirch

² New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA

operated stifle can be seen at the 4- and 12-week follow-up. Those do not correlate to the implant type, implant size or experience of the surgeon.

The very experienced surgeon performed the TPLO significantly faster than the Resident of the ECVS ($p = 0.0088$). Apart from that the performance of a meniscal release prolonged surgery time by an average of 19.2 minutes ($p = 0.0093$). Surgery time significantly increased ($p = 0.0005$) with implant size. Surgeon experience reduced implanting time by a statistically significant amount ($p = 0.0005$). Duration of implantation between both plate systems (NGD, Synthes) significantly differed in favour of the Synthes implant system¹ ($p = 0.047$). Implantation duration of precontoured Synthes plates was on average 17.7 ± 6.8 minutes ($\bar{x} \pm s$) and was shorter than that of the non-precontoured NGD implants² at 20.5 ± 6.4 minutes ($\bar{x} \pm s$). Implant size also had a significant influence on the duration of implantation (3.5 mm broad > 2.7 mm/3.5 mm small > 3.5 mm).

Several complications occurred during surgery (screw directed towards joint ($n = 11/80$), perforation of the joint ($n = 2/80$), distortion of plate thread ($n = 2/80$)). The risk of directing a screw towards the joint space was fourteen times higher when using a NGD implant compared to Synthes implants ($p = 0.0003$). The risk of intra-articular screw placement was 2.8 times higher when using NGD implants, but this was not statistically significant. Distorsion of the plate thread only occurred using NGD implants². The TPLO plate by NGD² had to be contoured significantly more often ($n = 20/21$) than the precontoured implant by Synthes¹ ($n = 7/59$) ($p = 0.0001$). The Synthes TPLO implants could be applied with less effort for the surgeon.

Postoperative complication rate was 20.0 %. We divided it into in “minor complications” (10.0 %) and “major complications” (10.0 %). The main problem was the infection at the operation site. We could detect a bacterial growth in 4/8 patients with “minor complications”. A fibular fracture discovered in follow-ups occurred in 4/8 dogs but the reason could not be identified. Those fibular fractures had no need for therapy. Patients of the “minor complication” group were successfully treated with antibiotics.

Another surgical intervention (wound debridement, drainage) had to be performed in 3/8 animals in the “major complication” group to ensure successful healing. In 4/8 dogs a minimally invasive appliance of a vacuum drainage to the operation site guaranteed a successful healing. In one patient an intra-articular infection was diagnosed and successfully

¹ Synthes GmbH, Umkirch

² New Generation Devices (NGD), Glen Rock, USA

treated by minimally invasive joint lavage. This means that in 3/80 (3.8 %) operated stifles another operation was performed. No patient showed implant loosening (considering the screw-bone and the screw-plate connection) or implant failure. In none of the 80 performed TPLOs a change of implants became necessary. Stability of the performed changes was maintained also in case of a local infection. Despite the possibility of a soft tissue and periosteum conserving surgery permitted by the use of locking implants the postoperative infection rate is not reduced. However locking implants improve the controllability of a surgical site infection for the veterinarian. Locking implant technology in the TPLO provides an adequate tool for the veterinarian to allow for successful management of a TPLO even with the possibility of a surgical site infection (also considering time and money).

8 Literaturverzeichnis

AIKEN SW, KASS PH & TOOMBS JP (1995)

Intracondylar notch width in dogs with and without cranial cruciate ligament injuries
Vet Comp Orthop Traumatol, 8, 128-132.

ALBRECHT J (1999)

Arthroskopische Diagnostik und Therapie der Luxatio patellae congenita des Hundes
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

APELT D, KOWALESKI MP & BOUDRIEAU RJ (2007)

Effect of tibial tuberosity advancement on cranial tibial subluxation in canine cranial cruciate-deficient stifle joints: an in vitro experimental study
Vet Surg, 36, 170-177.

APELT D, KOWALESKI MP, POZZI A & AL. E (2005)

The effect of tibial closing wedge angle on cranial tibial subluxation
Proceedings, 32nd Annual Conference of the Veterinary Orthopedic Society, Snowmass, CO.

ARAGON CL & BUDSBERG SC (2005)

Applications of evidence-based medicine: cranial cruciate ligament injury repair in the dog
Vet Surg, 34, 93-98.

ARNOCZKY SP (1980)

Surgery of the stifle, Part I: The cruciate ligaments
Compend. Contin. Educ. Pract. Vet. 2.

ARNOCZKY SP (1985)

Cruciate ligament rupture and associated injuries
In: NEWTON, CP & NUNAMAKER, DM (eds.) Newton, C.P., Nunamaker, D.M.: Textbook of small animal orthopedics Philadelphia, Toronto: JB Lippincott.

ARNOCZKY SP (1993)

Pathomechanics of cruciate ligament and meniscal injuries

In: BOJRAB, M (ed.) Bojrab, MJ: Disease mechanisms in small animal surgery

2. ed Philadelphia: Verlag Lea & Febiger.

ARNOCZKY SP & MARSHALL JL (1981)

Pathomechanics of cruciata and meniscal injuries

In: BOJRAB, M (ed.) Bojrab, MJ: Pathophysiology in small animal surgery

Philadelphia: Verlag Lea & Febiger.

ARNOCZKY SP & TARVIN GB (1981)

Physical-Examination of the Musculoskeletal System

Veterinary Clinics of North America-Small Animal Practice, 11, 575-593.

ARNOCZKY SP, TARVIN GB, MARSHALL JL & SALTZMAN B (1979)

The “over-the-top” procedure: A technique for anterior cruciate ligament substitution in the dog

J Am Anim Hosp Assoc, 15, 283-290.

AUSTIN B, MONTGOMERY RD, WRIGHT J, BELLAH JR & TONKS C (2007)

Evaluation of three approaches to meniscal release

Vet Comp Orthop Traumatol, 20, 92-97.

BARONI E, MATTHIAS RR, MARCELLIN-LITTLE DJ, VEZZONI A & STEBBINS ME (2003)

Comparison of radiographic assessments of the tibial plateau slope in dogs

Am J Vet Res, 64, 586-589.

BEAL MW, BROWN DC & SHOFR FS (2000)

The effects of perioperative hypothermia and the duration of anesthesia on postoperative wound infection rate in clean wounds: a retrospective study

Vet Surg, 29, 123-127.

BOYD DJ, MILLER CW, ETUE SM & MONTEITH G (2007)

Radiographic and functional evaluation of dogs at least 1 year after tibial plateau leveling osteotomy
Can Vet J, 48, 392-396.

BRADEN TD (1991)

Posttraumatic osteomyelitis
Vet Clin North Am Small Anim Pract, 21, 781-811.

BROWN DC, CONZEMIUS MG, SHOFRER F & SWANN H (1997)

Epidemiologic evaluation of postoperative wound infections in dogs and cats
J Am Vet Med Assoc, 210, 1302-1306.

BRUCE WJ, ROSE A, TUKE J & ROBINS GM (2007)

Evaluation of the triple tibial osteotomy. A new technique for the management of the canine cruciate-deficient stifle
Vet Comp Orthop Traumatol, 20, 159-168.

BRUNNBERG L, RIEGER I & E.M. H (1992)

Sieben Jahre Erfahrung mit der modifizierten „Over-the-top“ Kreuzbandplastik beim Hund
Kleintierpraxis, 37, 735-746.

BUDSBERG SC (2005)

Osteomyelitis
In: JOHNSON, AL, HOULTON, J. E. F., VANNINI, R. (ed.) AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat
Stuttgart: Thieme.

BUOTE N, FUSCO J & RADASCH R (2009)

Age, tibial plateau angle, sex, and weight as risk factors for contralateral rupture of the cranial cruciate ligament in labradors
Vet Surg, 38, 481-489.

CABRERA SY, OWEN TJ, MUELLER MG & KASS PH (2008)

Comparison of tibial plateau angles in dogs with unilateral versus bilateral cranial cruciate ligament rupture: 150 cases (2000-2006)

J Am Vet Med Assoc, 232, 889-892.

CAREY K, AIKEN SW, DIRESTA GR, HERR LG & MONETTE S (2005)

Radiographic and clinical changes of the patellar tendon after tibial plateau leveling osteotomy 94 cases (2000-2003)

Vet Comp Orthop Traumatol, 18, 235-242.

CASE JB, HULSE D, KERWIN SC & PEYCKE LE (2008)

Meniscal injury following initial cranial cruciate ligament stabilization surgery in 26 dogs (29 stifles)

Vet Comp Orthop Traumatol, 21, 365-367.

CAYLOR KB, ZUMPANO CA, EVANS LM & MOORE RW (2001)

Intra- and interobserver measurement variability of tibial plateau slope from lateral radiographs in dogs

J Am Anim Hosp Assoc, 37, 263-268.

CHARACTER BJ, MCLAUGHLIN RM, HEDLUND CS, BOYLE CR & ELDER SH (2003)

Postoperative integrity of veterinary surgical gloves

J Am Anim Hosp Assoc, 39, 311-320.

CONKLING AL, FAGIN B & DAYE RM (2010)

Comparison of Tibial Plateau Angle Changes after Tibial Plateau Leveling Osteotomy Fixation with Conventional or Locking Screw Technology

Vet Surg.

CONZEMIUS MG, EVANS RB, BESANCON MF, GORDON WJ, HORSTMAN CL, HOEFLE WD, NIEVES MA & WAGNER SD (2005)

Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs

J Am Vet Med Assoc, 226, 232-236.

COOK JL, LUTHER JK, BEETEM J, KARNES J & COOK CR (2010)

Clinical comparison of a novel extracapsular stabilization procedure and tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament deficiency in dogs
Vet Surg, 39, 315-323.

DEANGELIS M & LAU RE (1970)

A lateral retinacular imbrication technique for the surgical correction of anterior cruciate ligament rupture in the dog
J Am Vet Med Assoc, 157, 79-84.

DENNLER R, KIPFER NM, TEPIC S, HASSIG M & MONTAVON PM (2006)

Inclination of the patellar ligament in relation to flexion angle in stifle joints of dogs without degenerative joint disease
Am J Vet Res, 67, 1849-1854.

DETORA M & KRAUS K (2008)

Mechanical testing of 3.5 mm locking and non-locking bone plates
Vet Comp Orthop Traumatol, 21, 318-322.

DOVERSPIKE M, VASSEUR PB, HARB MF & WALLS CM (1993)

Contralateral Cranial Cruciate Ligament Rupture - Incidence in 114 Dogs
Journal of the American Animal Hospital Association, 29, 167-170.

DUNNING D (2003)

Surgical wound infection and the use of antimicrobials
In: SLATTER, D (ed.) Textbook of Small Animal Surgery
Philadelphia: Saunders, WB.

DUVAL JM, BUDSBERG SC, FLO GL & SAMMARCO JL (1999)

Breed, sex, and body weight as risk factors for rupture of the cranial cruciate ligament in young dogs
J Am Vet Med Assoc, 215, 811-814.

ERTELT J (2003)

Untersuchung von Hunden mit einer (Teil-)Ruptur des Lig. cruciatum craniale nach minimal-invasiver Arthroskopie und Arthrotomie bei chirurgischer, extrakapsulärer Stabilisierung

Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover

FETTIG AA, RAND WM, SATO AF, SOLANO M, MCCARTHY RJ & BOUDRIEU RJ (2003)

Observer variability of tibial plateau slope measurement in 40 dogs with cranial cruciate ligament-deficient stifle joints

Vet Surg, 32, 471-478.

FITZPATRICK N & SOLANO MA (2010)

Predictive variables for complications after TPLO with stifle inspection by arthrotomy in 1000 consecutive dogs

Vet Surg, 39, 460-474.

FLO G (1975)

Modification of the lateral retinacular imbrication technique for stabilizing cruciate ligament injuries

J Am Anim Hosp Assoc, 11, 570-576.

FLO GL (1970)

Modified retinacular imbrication technique for stabilizing cruciate ligament injuries

In: BOJRAB, M (ed.) Bojrab, MJ: Current Techniques in Small Animal Surgery

Philadelphia: Verlag Lea & Febiger

FLO GL (1985)

Classification of meniscal lesions in twenty-six consecutive canine meniscectomies

J Am Anim Hosp Assoc, 19, 335-340.

FLO GL (1993)

Meniscal injuries

Vet Clin North Am Small Anim Pract, 23, 831-843.

FOSSUM TW (2007)

Small animal surgery

St. Louis, Mo. ; Edinburgh, Mosby/Elsevier.

FULKERSON E, EGOL KA, KUBIAK EN, LIPORACE F, KUMMER FJ & KOVAL KJ (2006)

Fixation of diaphyseal fractures with a segmental defect: a biomechanical comparison of locked and conventional plating techniques

J Trauma, 60, 830-835.

GARDNER MJ, GRIFFITH MH, DEMETRAKOPOULOS D, BROPHY RH, GROSE A, HELFET DL & LORICH DG (2006)

Hybrid locked plating of osteoporotic fractures of the humerus

J Bone Joint Surg Am, 88, 1962-1967.

GIELEN E (2005)

Radiologische Untersuchung des Neigungswinkels des Tibiaplateaus als möglicher prädisponierender Faktor für die Ruptur des vorderen Kreuzbandes beim Hund

Dissertation, Justus-Liebig-Universität Giessen

GORDON S, MOENS NM, RUNCIMAN J & MONTEITH G (2010)

The effect of the combination of locking screws and non-locking screws on the torsional properties of a locking-plate construct

Vet Comp Orthop Traumatol, 23, 7-13.

GORDON WJ, CONZEMIUS MG, RIEDESEL E, BESANCON MF, EVANS R, WILKE V & RITTER MJ (2003)

The relationship between limb function and radiographic osteoarthritis in dogs with stifle osteoarthritis

Vet Surg, 32, 451-454.

GRIFFON DJ (2005)

Fracture Healing

In: JOHNSON, AL, HOULTON, J. E. F., VANNINI, R. (ed.) *AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat*

HARASEN GL (2004)

Tibial plateau leveling osteotomy--part I

Can Vet J, 45, 527-528.

HARASEN GL (1995)

A retrospective study of 165 cases of rupture of the canine cranial cruciate ligament

Can Vet J, 36, 250-251.

HAYASHI K, MANLEY PA & MUIR P (2004)

Cranial cruciate ligament pathophysiology in dogs with cruciate disease: a review

J Am Anim Hosp Assoc, 40, 385-390.

HAYES GM, LANGLEY-HOBBS SJ & JEFFERY ND (2010)

Risk factors for medial meniscal injury in association with cranial cruciate ligament rupture

J Small Anim Pract, 51, 630-634.

HEFFRON LE & CAMPBELL JR (1979)

Osteophyte formation in the canine stifle joint following treatment for rupture of the cranial cruciate ligament

J Small Anim Pract, 20, 603-611.

HENDERSON RA & MILTON J (1978)

The tibial compression mechanism: a diagnostic aid in stifle injuries

J Am Anim Hosp Assoc, 14, 474-478.

HENSCHER E, TEICHERT G & WALLENBURG J (1981)

Zur Instabilität des Kniegelenkes

Kleintierpraxis, 26, 187-191.

HÖNTZSCH D (2004)

Erste Erfahrungen mit winkelstabilen Implantaten

Trauma Berufskrankh, 6, 27-31.

HULSE D, BEALE B & KERWIN S (2010)

Second look arthroscopic findings after tibial plateau leveling osteotomy

Vet Surg, 39, 350-354.

HURLEY CR, HAMMER DL & SHOTT S (2007)

Progression of radiographic evidence of osteoarthritis following tibial plateau leveling osteotomy in dogs with cranial cruciate ligament rupture: 295 cases (2001-2005)
J Am Vet Med Assoc, 230, 1674-1679.

JACKSON J, VASSEUR PB, GRIFFEY S, WALLS CM & KASS PH (2001)

Pathologic changes in grossly normal menisci in dogs with rupture of the cranial cruciate ligament
J Am Vet Med Assoc, 218, 1281-1284.

JOHNSON AL & HULSE DA (2002)

Diseases of the joints
In: FOSSUM, TW, HEDLUND, CS, HULSE, DA, JOHNSON, AL, SEIM, HB, WILLARD, MD & CARROLL, GL (eds.) Fossum, T.W., Hedlund, C.S., Hulse, D.A., Johnson, A. L., Seim, H.B., Willard, M.D., Carroll, G.L.: Small animal surgery.
St. Louis: Mosby.

JOHNSON JM & JOHNSON AL (1993)

Cranial cruciate ligament rupture. Pathogenesis, diagnosis, and postoperative rehabilitation
Vet Clin North Am Small Anim Pract, 23, 717-733.

JOHNSTON SA (1997)

Osteoarthritis. Joint anatomy, physiology, and pathobiology
Vet Clin North Am Small Anim Pract, 27, 699-723.

KÁSA F, KÁSA G & KÁSA A (2001)

Traumata des Bewegungsapparates
In: NIEMAND, HG & SUTER, PF (eds.) Praktikum der Hundeklinik.
Berlin: 9. Auflage Parey Verlag

KENNEDY SC, DUNNING D, BISCHOFF MG, KURIASHKIN IV, PIJANOWSKI GJ & SCHAEFFER DJ (2005)

The effect of axial and abaxial release on meniscal displacement in the dog
Vet Comp Orthop Traumatol, 18, 227-234.

KERGOSIEN DH, BARNHART MD, KEES CE, DANIELSON BG, BROURMAN JD, DEHOFF WD & SCHERTEL ER (2004)

Radiographic and clinical changes of the tibial tuberosity after tibial plateau leveling osteotomy

Vet Surg, 33, 468-474.

KIM SE, POZZI A, BANKS SA, CONRAD BP & LEWIS DD (2009)

Effect of tibial tuberosity advancement on femorotibial contact mechanics and stifle kinematics

Vet Surg, 38, 33-39.

KIM SE, POZZI A, KOWALESKI MP & LEWIS DD (2008)

Tibial osteotomies for cranial cruciate ligament insufficiency in dogs

Vet Surg, 37, 111-125.

KIRBY BM (1993)

Decision-making in cranial cruciate ligament ruptures

Vet Clin North Am Small Anim Pract, 23, 797-819.

KLOENE P (2005)

Therapieergebnisse bei Hunden mit einer (Teil-) Ruptur des Ligamentum cruciatum craniale nach Arthroskopie und minimal invasiver lateraler Fadenzügelung sowie nach Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO)

Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover

KÖNIG HE & LIEBICH HG (2001)

König, Liebich: Anatomie der Haussäugetiere

Stuttgart, Schattauer.

KORNER J, DIEDERICHS G, ARZDORF M, LILL H, JOSTEN C, SCHNEIDER E & LINKE B (2004)

A biomechanical evaluation of methods of distal humerus fracture fixation using locking compression plates versus conventional reconstruction plates

J Orthop Trauma, 18, 286-293.

KÖSTLER W, STROHM P & SÜDKAMP NP (2005)

Entwicklung und aktueller Stand winkelstabiler Plattensysteme

Trauma Berufskrankh, 7, 5-9.

LAMPMAN TJ, LUND EM & LIPOWITZ AJ (2003)

Cranial cruciate disease: current status of diagnosis, surgery, and risk for disease

Vet Comp Orthop Traumatol, 16, 122-126.

LAZAR TP, BERRY CR, DEHAAN JJ, PECK JN & CORREA M (2005)

Long-term radiographic comparison of tibial plateau leveling osteotomy versus extracapsular stabilization for cranial cruciate ligament rupture in the dog

Vet Surg, 34, 133-141.

LEITNER M, PEARCE SG, WINDOLF M, SCHWIEGER K, ZEITER S, SCHAWALDER P & JOHNSON KA (2008)

Comparison of locking and conventional screws for maintenance of tibial plateau positioning and biomechanical stability after locking tibial plateau leveling osteotomy plate fixation

Vet Surg, 37, 357-365.

LINEBERGER JA, ALLEN DA, WILSON ER, TOBIAS TA, SHAIKEN LG, SHIROMA JT, BILLER DS & LEHENBAUER TW (2005)

Comparison of radiographic arthritic changes associated with two variations of tibial plateau leveling osteotomy

Vet Comp Orthop Traumatol, 18, 13-17.

LOZIER S (2004)

TPLO complications, causes and solutions

In: VEZZONI, A & SCHRAMME, M, eds. 12th ESVOT Congress, 10.-12.09.2004 2004, Munich. 80-82.

LUTHER JK, COOK CR & COOK JL (2009)

Meniscal release in cruciate ligament intact stifles causes lameness and medial compartment cartilage pathology in dogs 12 weeks postoperatively

Vet Surg, 38, 520-529.

MATIS U, BRAHM-JODA T & JORDA C (2004)

Radiographic evaluation of progression of osteoarthritis after tibial plateau leveling osteotomy in 92 dogs

Proceedings, 12th European Society of Veterinary Orthopaedics and Traumatology, Munich, Germany, p. 250.

METELMAN LA, SCHWARZ PD, SALMAN M & ALVIS MR (1995)

An evaluation of three different cranial cruciate ligament surgical stabilization procedures as they relate to postoperative meniscal injuries

Vet Comp Orthop Traum, 8, 118-123.

MILLIS DL, JACKSON AM (2003)

Delayed Unions, Nonunions, and Malunions

In: SLATTER, D (ed.) Textbook of Small Animal Surgery
Philadelphia: Saunders, WB.

MOELLER EM, CROSS AR & RAPOFF AJ (2006)

Change in tibial plateau angle after tibial plateau leveling osteotomy in dogs

Vet Surg, 35, 460-464.

MONTAVON PM, DAMUR DM & TEPIC S (2002)

Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of the cranial cruciate deficient canine stifle

Proceedings, 1st World Orthopedic Veterinary Congress, Munich, Germany.

MOORE KW & READ RA (1995)

Cranial cruciate ligament rupture in the dog--a retrospective study comparing surgical techniques

Aust Vet J, 72, 281-285.

MORRIS E & LIPOWITZ AJ (2001)

Comparison of tibial plateau angles in dogs with and without cranial cruciate ligament injuries

J Am Vet Med Assoc, 218, 363-366.

MOSTAFA AA, GRIFFON DJ, THOMAS MW & CONSTABLE PD (2010)

Morphometric characteristics of the pelvic limb musculature of Labrador Retrievers with and without cranial cruciate ligament deficiency
Vet Surg, 39, 380-389.

NEW GENERATION DEVICES (2005)

UCP-Unity Cruciate Plate.

O'BRIEN CS & MARTINEZ SA (2009)

Potential iatrogenic medial meniscal damage during tibial plateau leveling osteotomy
Vet Surg, 38, 868-873.

ODDERS JW, JESSEN CR & LIPOWITZ AJ (2004)

Sequential measurements of the tibial plateau angle in large-breed, growing dogs
Am J Vet Res, 65, 513-518.

OLMSTEAD ML (1993)

The use of orthopedic wire as a lateral suture for stifle stabilization
Vet Clin North Am Small Anim Pract, 23, 735-753.

PAATSAMA S (1952)

Ligament injuries in the canine stifle joint. A clinical and experimental study.
Helsinki, Veterinary College, Diss.

PACCHIANA PD, MORRIS E, GILLINGS SL, JESSEN CR & LIPOWITZ AJ (2003)

Surgical and postoperative complications associated with tibial plateau leveling osteotomy in dogs with cranial cruciate ligament rupture: 397 cases (1998-2001)
J Am Vet Med Assoc, 222, 184-193.

PERREN SM (1991)

The concept of biological plating using the limited contact-dynamic compression plate (LC-DCP). Scientific background, design and application
Injury, 22 Suppl 1, 1-41.

PERREN SM (2002)

Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology
J Bone Joint Surg Br, 84, 1093-1110.

PERREN SM (2003)

Backgrounds of the technology of internal fixators
Injury, 34 Suppl 2, B1-3.

POZZI A, KIM SE & LEWIS DD (2010)

Effect of transection of the caudal menisco-tibial ligament on medial femorotibial contact mechanics
Vet Surg, 39, 489-495.

POZZI A, KOWALESKI MP, APELT D, MEADOWS C, ANDREWS CM & JOHNSON KA (2006)

Effect of medial meniscal release on tibial translation after tibial plateau leveling osteotomy
Vet Surg, 35, 486-494.

POZZI A, LITSKY AS, FIELD J, APELT D, MEADOWS C & JOHNSON KA (2008)

Pressure distributions on the medial tibial plateau after medial meniscal surgery and tibial plateau levelling osteotomy in dogs
Vet Comp Orthop Traumatol, 21, 8-14.

PRIDDY NH, 2ND, TOMLINSON JL, DODAM JR & HORNBOSTEL JE (2003)

Complications with and owner assessment of the outcome of tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament rupture in dogs: 193 cases (1997-2001)
J Am Vet Med Assoc, 222, 1726-1732.

RALPHS SC & WHITNEY WO (2002)

Arthroscopic evaluation of menisci in dogs with cranial cruciate ligament injuries: 100 cases (1999-2000)
J Am Vet Med Assoc, 221, 1601-1604.

**RAYWARD RM, THOMSON DG, DAVIES JV, INNES JF & WHITELOCK RG
(2004)**

Progression of osteoarthritis following TPLO surgery: a prospective radiographic study of 40 dogs

J Small Anim Pract, 45, 92-97.

**REIF U, DEJARDIN LM, PROBST CW, DECAMP CE, FLO GL & JOHNSON AL
(2004)**

Influence of limb positioning and measurement method on the magnitude of the tibial plateau angle

Vet Surg, 33, 368-375.

REIF U, HULSE DA & HAUPTMAN JG (2002)

Effect of tibial plateau leveling on stability of the canine cranial cruciate-deficient stifle joint: an in vitro study

Vet Surg, 31, 147-154.

REIF U & PROBST CW (2003)

Comparison of tibial plateau angles in normal and cranial cruciate deficient stifles of Labrador retrievers

Vet Surg, 32, 385-389.

SCHULZ KS (2007)

Diseases of joints

In: FOSSUM, TW, HEDLUND, CS, JOHNSON, AL, SCHULZ, KS, SEIM, HB, WILLARD, MD, BAHR, A & CARROLL, GL (eds.) Fossom, T.W.: Small animal surgery

3 ed St.Louis: Mosby.

SEIDE K, MORLOCK MM, SCHÜMANN U & WOLTER D (1999)

Wirkprinzipien der winkelstabilen Platten-Schrauben-Verbindung bei Fixateur-interne-Osteosynthesen

Trauma Berufskrankh, 1, 320-325.

SEIDE K, ZIEROLD W, WOLTER D & KORTMANN H (1990)

Einfluß einer winkelstabilen Platten-Schrauben-Verbindung und unterschiedlicher Schraubendicken auf die Statik der Plattenosteosynthese. Eine FEM-Studie.
Unfallchirurg, 93, 552-558.

SLOCUM B & DEVINE T (1983)

Cranial tibial thrust: a primary force in the canine stifle
J Am Vet Med Assoc, 183, 456-459.

SLOCUM B & DEVINE T (1984)

Cranial tibial wedge osteotomy: a technique for eliminating cranial tibial thrust in cranial cruciate ligament repair
J Am Vet Med Assoc, 184, 564-569.

SLOCUM B & SLOCUM DEVINE T (1998a)

Meniscal release
In: BOJRAB, M (ed.) Current Techniques in Small Animal Surgery
4th ed Baltimore: Williams & Wilkins.

SLOCUM B & SLOCUM DEVINE T (1998b)

Tibial Plateau Leveling Osteotomy for Cranial Cruciate Ligament Rupture
In: BOJRAB, M (ed.) Current Techniques in Small Animal Surgery
4th ed Baltimore: Williams & Wilkins.

SLOCUM B & SLOCUM TD (1993)

Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine
Vet Clin North Am Small Anim Pract, 23, 777-795.

SMITH GK & TORG JS (1985)

Fibular head transposition for repair of cruciate-deficient stifle in the dog
J Am Vet Med Assoc, 187, 375-383.

STAUFFER KD, TUTTLE TA, ELKINS AD, WEHRENBURG AP & CHARACTER BJ (2006)

Complications associated with 696 tibial plateau leveling osteotomies (2001-2003)
J Am Anim Hosp Assoc, 42, 44-50.

STOFFEL K, DIETER U, STACHOWIAK G, GACHTER A & KUSTER MS (2003)

Biomechanical testing of the LCP--how can stability in locked internal fixators be controlled?
Injury, 34 Suppl 2, B11-19.

SYNTHES (2006)

Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO) Plate. Technique Guide.

TEPIC S, DAMUR DM & MONTAVON PM (2002)

Biomechanics of the stifle joint
Proceedings, 1st World Orthopedic Veterinary Congress, Munich, Germany, 189-190.

THIEMAN KM, TOMLINSON JL, FOX DB, COOK C & COOK JL (2006)

Effect of meniscal release on rate of subsequent meniscal tears and owner-assessed outcome in dogs with cruciate disease treated with tibial plateau leveling osteotomy
Vet Surg, 35, 705-710.

TIMMERMAN C, MEYER-LINDENBERG A & NOLTE I (1998)

Meniscus injuries in dogs with rupture of the cruciate ligament
Dtsch Tierarztl Wochenschr, 105, 374-377.

TIRGARI M & VAUGHAN LC (1975)

Arthritis of the canine stifle joint
Vet Rec, 96, 394-399.

TUTTLE TA & MANLEY PA (2009)

Risk factors associated with fibular fracture after tibial plateau leveling osteotomy
Vet Surg, 38, 355-360.

VASSEUR PB (1993)

Stifle joint

In: SLATTER, DH (ed.) Slatter, D.H.: Textbook of small animal surgery

2 ed Philadelphia: Saunders.

VEZZONI A, DEMARIA M, CORBARI A & CIRCLA A (2002)

Non-traumatic cranial cruciate ligament injuries

In: Proceedings 1st World Orthopaedic Veterinary Congress Munich 2002 2002, München. S. 199-203.

WAGNER M (2003)

General principles for the clinical use of the LCP

Injury, 34 Suppl 2, B31-42.

WARZEE CC, DEJARDIN LM, ARNOCK SP & PERRY RL (2001)

Effect of tibial plateau leveling on cranial and caudal tibial thrusts in canine cranial cruciate-deficient stifles: an in vitro experimental study

Vet Surg, 30, 278-286.

WEESE JS (2008)

A review of post-operative infections in veterinary orthopaedic surgery

Vet Comp Orthop Traumatol, 21, 99-105.

WHEELER JL, CROSS AR & GINGRICH W (2003)

In vitro effects of osteotomy angle and osteotomy reduction on tibial angulation and rotation during the tibial plateau-leveling osteotomy procedure

Vet Surg, 32, 371-377.

WILKE VL, CONZEMIUS MG, BESANCON MF, EVANS RB & RITTER M (2002)

Comparison of tibial plateau angle between clinically normal Greyhounds and Labrador Retrievers with and without rupture of the cranial cruciate ligament

J Am Vet Med Assoc, 221, 1426-1429.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Tibiakompressionstest zur Darstellung des <i>Cranial Tibial Thrust</i>	6
Abbildung 2:	Meniscal Release	10
Abbildung 3:	Kräfteverhältnisse im Kniegelenk mit Kreuzbandinsuffizienz (TPLO)....	14
Abbildung 4:	Cranial Closing Wedge Osteotomy (CCWO/ TWO)	15
Abbildung 5:	Kräfteverhältnisse im Kniegelenk mit Kreuzbandinsuffizienz (TTA).....	16
Abbildung 6:	Platzierung des Jig in der Tibia	18
Abbildung 7:	Schema der Patientengruppen	27
Abbildung 8:	Position der Kopfschrauben im Tibiakopf.....	29
Abbildung 9:	TPLO-Verriegelungsplatte von Synthes, Drill Bit von Synthes	29
Abbildung 10:	Verriegelungsschraube von Synthes.....	30
Abbildung 11:	Schraubendreher mit Drehmomentbegrenzer von Synthes	30
Abbildung 12:	Locking Drill Guide® der Firma NGD	31
Abbildung 13:	TPLO-Verriegelungsplatte von NGD.....	32
Abbildung 14:	Lagerung während der Röntgenaufnahme; Tibiaplateauwinkelmessung	37
Abbildung 15 a,b:	Hund in Operationslagerung.....	39
Abbildung 16:	TPLO-Sägeblatt (NGD).....	40
Abbildung 17:	Synthesplatte (für die rechte Seite) mit nummerierten Plattenlöchern.....	41
Abbildung 18:	NGD-Platte mit „Plugs“ zum Schutz der Plattengewinde.....	43
Abbildung 19:	3,5 mm NGD-Platte (für die rechte Seite) mit nummerierten Plattenlöchern	43
Abbildung 20:	Rasseverteilung über alle Gruppen.....	48
Abbildung 21:	Geschlechterverteilung im gesamten Patientengut.....	49
Abbildung 22:	Diagnostizierte Kreuzbandrisse im gesamten Patientengut	50
Abbildung 23:	Geschlechterverteilung der unterschiedlichen Kreuzbandrisstypen.....	50
Abbildung 24:	Altersverteilung der Patienten	51
Abbildung 25:	Altersverteilung im Patientengut in Monaten.....	51
Abbildung 26:	Altersverteilung der Patienten in Jahren.....	52
Abbildung 27:	Altersaufteilung nach Gruppen 1 - 4	53

Abbildung 28:	Altersverteilung der Patienten in den Gruppen 1 - 4	53
Abbildung 29:	Gewichtsverteilung aller Hunde	54
Abbildung 30:	Gewichtsverteilung (kg) aller Hunde	54
Abbildung 31:	Körpergewichtsklassen (1 - 3) im gesamten Patientengut.....	55
Abbildung 32:	Verteilung der Körpergewichtsklassen innerhalb der Gruppen 1 - 4	55
Abbildung 33:	Gewichtsverteilung der Patienten der Gruppen 1 - 4	56
Abbildung 34:	Lahmheiten der untersuchten Kniegelenke bei 76 Hunden.....	57
Abbildung 35:	Lahmheiten der untersuchten Kniegelenke bei 76 Patienten.....	57
Abbildung 36:	Lahmheiten der operierten Kniegelenke bei 76 Hunden	58
Abbildung 37:	Lahmheiten der untersuchten Kniegelenke	59
Abbildung 38:	Dauer der Lahmheit bei Diagnosestellung	59
Abbildung 39:	Schubladen- und Tibiakompressionstest bei den operierten Kniegelenken	60
Abbildung 40:	Diagnostizierte Kreuzbandrisstypen bei 80 Kniegelenken.....	61
Abbildung 41:	Verteilung der rechten und linken operierten Kniegelenke auf die klinischen Gruppen 1 - 4	62
Abbildung 42:	Klinisch diagnostizierte gravierende Meniskusschäden bei 80 Kniegelenken	63
Abbildung 43:	Durchgeführte Meniscal Releases aufgeteilt nach Gruppe 1 – 4.....	63
Abbildung 44:	Tibiaplateauwinkel im Patientengut	64
Abbildung 45:	Verwendete Sägeblattgrößen (entspricht Sägeblattradius in mm)	64
Abbildung 46:	Geschwenkte Distanz in Abhängigkeit vom Sägeblattradius (mm).....	65
Abbildung 47:	Veränderung der Arthrose 4 Wochen p. op.	67
Abbildung 48:	Veränderung der Arthrose 12 Wochen p. op.	68
Abbildung 49:	Veränderung der Gonarthrose im Zeitraum 4 und 12 Wochen p. op. über alle Gruppen	69
Abbildung 50:	Operationsdauer aller durchgeführten TPLOs.....	69
Abbildung 51:	Dauer der Operation nach Gruppen 1 - 4	70
Abbildung 52:	Operationsdauer nach Untergruppen	72
Abbildung 53:	Dauer der Operation in Minuten beim erfahrenen Chirurgen	73
Abbildung 54:	Operationsdauer (TPLO) in Minuten unterteilt nach Plattentypen unabhängig vom Operateur	74
Abbildung 55:	Dauer der Implantation bei allen Operationen	75

Abbildung 56:	Dauer der Implantation aufgeteilt nach den Gruppen 1 - 4	76
Abbildung 57:	Dauer der Implantation aller Platten.....	77
Abbildung 58:	Dauer der Implantation nach Plattentypen unabhängig vom Operateur....	78
Abbildung 59:	Intraoperative Komplikationen mit Bezug zum verwendeten Plattensystem (Synthes: Gruppe 1 und 3; NGD: Gruppe 2 und 4).....	81
Abbildung 60:	Darstellung, bei welcher Schraubenummer bei der NGD-Platte Komplikationen auftreten	82
Abbildung 61:	Postoperative Komplikationen bei 80 operierten Kniegelenken	85

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Geschlechterverteilung im Patientengut (n = 76).....	49
Tabelle 2:	Geschwenkte Distanz in Abhängigkeit vom Sägeblattradius.....	65
Tabelle 3:	Verwendete Implantate.....	66
Tabelle 4:	Veränderung der Arthrose nach 4 Wochen in den Gruppen 1 - 4.....	66
Tabelle 5:	Veränderung der Arthrose 12 Wochen p. op. in den Gruppen 1 - 4.....	68
Tabelle 6:	Durchschnittliche Operationsdauer in Minuten mit Standardabweichung in den Gruppen 1 - 4	70
Tabelle 7:	Operationsdauer in Minuten mit und ohne Meniscal Release (MR).....	71
Tabelle 8:	Operationsdauer (TPLO) in Minuten nach Operateurgruppe.....	72
Tabelle 9:	Operationsdauer in Minuten nach Plattengröße	74
Tabelle 10:	Implantationsdauer in Minuten in den Gruppen 1 - 4	75
Tabelle 11:	Implantationsdauer in Minuten aufgeführt nach Operateurgruppen	76
Tabelle 12:	Implantationsdauer in Minuten aufgeführt nach Plattengröße bei beiden Plattentypen (Synthes, NGD).....	78
Tabelle 13:	Platten, bei denen eine Formveränderung durchgeführt wurde.....	79
Tabelle 14:	Platten, bei denen mindestens eine Schraube Richtung Gelenk geht.....	80

11 Anhang

11.1 Patientengruppen

11.1.1 Patientengruppe 1

Unt. Grp.	Pat. Nr.	Geschl.	KGW in kg	Rasse	Alter (Mo.)	Seite	Diagnose	Typ Platte	Gr. Platte
b	17656	m	40	Rottweiler	95	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5
a	16394	mk	62	Deutsche Dogge	28	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5 broad
a	16219	m	53	Labrador Retriever	98	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5 broad
a	19129	m	44	Antikdogge	26	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5
a	15920	wk	31	Golden Retriever	53	links	Kreuzbandanriss links	Synthes	3,5
a	16702	m	29	Siberian Husky	101	links	Kreuzbandriss beidseits	Synthes	3,5
a	3124	w	13	Mischling	90	rechts	Kreuzbandriss beidseits	Synthes	2,7
a	18928	wk	45	Hovawart	69	rechts	Kreuzbandanriss rechts	Synthes	3,5
a	25450	m	48	Rottweiler	15	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5
a	20914	mk	44	Mischling	112	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5 broad
a	9685	mk	31	Mischling	65	rechts	Kreuzbandriss beidseits	Synthes	3,5
a	21032	wk	58	Bernhardiner	69	rechts	Kreuzbandriss beidseits	Synthes	3,5 broad
a	22535	w	37	Rottweiler	26	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5
a	15784	m	50	American Bulldog	18	rechts	Kreuzbandriss beidseits	Synthes	3,5 broad
a	25349	mk	38	Briard	23	links	Kreuzbandriss beidseits	Synthes	3,5
a	976	mk	13	Beagle	116	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	2,7

Unt. Grp.	Pat. Nr.	Geschl.	KGW in kg	Rasse	Alter (Mo.)	Seite	Diagnose	Typ Platte	Gr. Platte
a	24689	mk	28	Collie Langhaar	37	links	Kreuzbandanriss links	Synthes	3,5
a	24190	mk	42	Labrador Retriever	113	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5
a	25835	wk	35	Mischling	85	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5
a	18254	m	41	Boxer	64	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5
b	18121	m	30	Labrador Retriever	85	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5
a	26049	w	30	Cane Corso Italiano	21	rechts	Kreuzbandriss beidseits	Synthes	3,5
a	24448	mk	48	Berner Sennenhund	42	links	Kreuzbandriss beidseits	Synthes	3,5 broad
a	17285	wk	32	Rottweiler	99	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5
a	27318	wk	30	Mischling	69	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5
a	20620	mk	42	Mischling	66	rechts	Kreuzbandanriss rechts	Synthes	2,7

11.1.2 Patientengruppe 2

Unt. Grp.	Pat. Nr.	Geschl.	KGW in kg	Rasse	Alter (Mo.)	Seite	Diagnose	Typ Platte	Gr. Platte
a	19062	m	36	Boxer	65	rechts	Kreuzbandriss rechts	NGD	3,5
a	34873	wk	23	Englische Bulldogge	107	links	Kreuzbandriss links	NGD	2,7
a	41813	mk	22,5	Beagle	144	links	Kreuzbandriss links	NGD	2,7
b	15213	wk	29	Mischling	99	rechts	Kreuzbandriss rechts	NGD	2,7
b	15213	wk	29	Mischling	111	links	Kreuzbandriss links	NGD	2,7
a	20100	wk	29	Boxer	78	links	Kreuzbandriss links	NGD	3,5 small
a	29846	w	26,4	Labrador Retriever	21	rechts	Kreuzbandanriss rechts	NGD	3,5 small
a	15926	wk	29	Dalmatiner	31	links	Kreuzbandriss links	NGD	3,5 small
a	20555	wk	18	Mischling	51	links	Kreuzbandanriss links	NGD	2,7
a	21052	wk	27	Staffordshire Terrier	62	links	Kreuzbandriss links	NGD	3,5 small
a	13590	wk	31	Golden Retriever	113	links	Kreuzbandriss links	NGD	3,5
a	15019	mk	22	Schnauzer	138	links	Kreuzbandriss links	NGD	2,7

11.1.3 Patientengruppe 3

Unt. Grp.	Pat. Nr.	Geschl.	KGW in kg	Rasse	Alter (Mo.)	Seite	Diagnose	Typ Platte	Gr. Platte
a	19751	mk	43	Alaskan Malamute	111	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5
b	20422	wk	22	Pointer	22	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5
b	22769	w	35	Golden Retriever	83	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5
b	23732	wk	34,5	Golden Retriever	83	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5
a	22401	mk	38,5	Cane Corso Italiano	41	links	Kreuzbandanriss beidseits	Synthes	3,5
a	22401	mk	39	Cane Corso Italiano	41	rechts	Kreuzbandanriss beidseits	Synthes	3,5
b	27360	wk	25	Dalmatiner	110	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5
a	23018	wk	20,5	Mischling	39	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	2,7
a	22033	m	52,5	Landseer	42	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5 broad
b	17843	m	14	Deutscher Jagdterrier	99	links	Kreuzbandriss links	Synthes	2,7
b	27455	m	14	Mischling	147	links	Kreuzbandriss links	Synthes	2,7
a	19670	m	64	Irischer Wolfshund	11	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5 broad
a	20194	wk	21	Mischling	99	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	2,7
a	38118	mk	27	Labrador Retriever	91	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5
b	19720	w	27	Labrador Retriever	60	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5
a	22221	mk	38	Boxer	30	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5
a	22221	mk	34	Boxer	18	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5
a	7632	wk	43	Rottweiler	58	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5
b	18554	wk	39	Mischling	117	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5
b	19797	m	36	Labrador Retriever	75	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5

Unt. Grp.	Pat. Nr.	Geschl.	KGW in kg	Rasse	Alter (Mo.)	Seite	Diagnose	Typ Platte	Gr. Platte
b	20178	w	32	Border Collie	110	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5
a	23069	mk	28	Kleiner Münsterländer	79	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5
b	18423	m	45	Rottweiler	50	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5
a	22870	m	69	Neufundländer	86	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5 broad
b	16395	mk	36	Labrador Retriever	72	links	Kreuzbandriss links	Synthes	3,5
b	18454	m	45	Deutscher Schäferhund	101	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5
a	21052	wk	25	Staffordshire Terrier	69	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5
a	59	mk	15	Beagle	124	links	Kreuzbandriss links	Synthes	2,7
a	2435	m	50	American Bulldog	47	rechts	Kreuzbandanriss rechts	Synthes	3,5 broad
a	12525	mk	52,5	Rottweiler	49	rechts	Kreuzbandriss beidseits	Synthes	3,5
b	2353	wk	26	Kleiner Münsterländer	107	rechts	Kreuzbandanriss rechts	Synthes	3,5
b	30509	wk	33,7	Mischling	108	rechts	Kreuzbandriss rechts	Synthes	3,5
a	36840	wk	33,5	Tatrahund	11	rechts	Kreuzbandanriss rechts	Synthes	3,5

11.1.4 Patientengruppe 4

Unt. Grp.	Pat. Nr.	Geschl.	KGW in kg	Rasse	Alter (Mo.)	Seite	Diagnose	Typ Platte	Gr. Platte
b	32263	mk	26	Galgo Espagnol	23	rechts	Kreuzbandriss rechts	NGD	3,5 small
b	26305	w	34,5	Hovawart	11	links	Kreuzbandriss links	NGD	3,5
a	91	m	29,5	Labrador Retriever	132	links	Kreuzbandriss beidseits	NGD	2,7
a	34712	m	18	Chow Chow	131	links	Kreuzbandriss beidseits	NGD	2,7
a	41976	w	19	Spitz	46	rechts	Kreuzbandriss rechts	NGD	2,7
b	31772	m	29	Mischling	12	rechts	Kreuzbandriss rechts	NGD	3,5
b	28217	m	33	Entlebucher Sennenhund	94	rechts	Kreuzbandanriss rechts	NGD	3,5 small
a	37594	wk	12	Beagle	59	links	Kreuzbandriss links	NGD	2,7
a	20318	mk	40	Bordeaux Dogge	30	rechts	Kreuzbandriss rechts	NGD	3,5

11.2 Instrumentarium

11.2.1 Chirurgisches Instrumentarium

- Chirurgisches Grundbesteck
- Skalpellklingen (Nr.10 und 21, Firma Aesculap AG, Tuttlingen)
- Nahtmaterial für den Wundverschluss (PDS[®], Monocryl[®], Ethilon[®], Ethicon, Johnson & Johnson, Norderstedt; SurgiClose[™] REP[®], InMed Inc.)
- Sterile Einmalkanülen zur Punktion und Markierung des Kniegelenkes (20 Gauge, 1,5 inch, BD Microlance[™] 3)

11.2.2 Zusätzliche Materialien

- Wundkompressen (Paul Hartmann AG, Heidenheim)
- Steriles Abdecktuch (Cardinal Health AG, Dublin, USA)
- Sprühkleber (Rudaspray[®], NOBA Verbandmittel Danz GmbH & Co KG, Wetter)
- Sterile Klebefolie (Applica[®], Smith & Nephew Ltd., London)
- Peha-haft-Binde (Peha-haft[®], Hartmann AG, Heidenheim)
- Ballonspritze
- Sterofundin[®], B. Braun AG, Melsungen

11.2.3 Instrumentarium zur Durchführung einer Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO)

- Oszillierende Säge, Druckluft (Slocum Enterprises, Eugene, Oregon, USA)
- Sägeblatt 15 mm (Glen Rock, USA)
- Sägeblatt 18 mm (Glen Rock, USA)
- Sägeblatt 21 mm (Glen Rock, USA; Synthes GmbH, Umkirch)

- Sägeblatt 24 mm (NGD, Glen Rock, USA; Aesculap AG, Tuttlingen; Slocum Enterprises, Eugene, Oregon, USA)
- Sägeblatt 27 mm (NGD, Glen Rock, USA)
- Sägeblatt 30 mm (Slocum Enterprises, Eugene, Oregon, USA)
- Tibial Plateau Leveling Jig, groß (Slocum Enterprises, Eugene, Oregon, USA)
- Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Platten 2,7 rechts/links (Synthes GmbH, Umkirch)
- Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Platten 3,5 rechts/links (Synthes GmbH, Umkirch)
- Synthes Tibial Plateau Leveling Osteotomy Platten 3,5 broad rechts/links (Synthes GmbH, Umkirch)
- Unity Cruciate Platten 2,7 rechts/links (NGD, Glen Rock, USA)
- Unity Cruciate Platten 3,5 rechts/links (NGD, Glen Rock, USA)
- Unity Cruciate Platten 3,5 small rechts/links (NGD, Glen Rock, USA)
- Unity Cruciate Platten 3,5 broad rechts/links (NGD, Glen Rock, USA)
- Spiralbohrer mit AO-Schaft 2,0 mm (Synthes GmbH, Umkirch)
- Spiralbohrer mit AO-Schaft 2,5 mm (Synthes GmbH, Umkirch)
- Spiralbohrer 2,8 mm (Synthes GmbH, Umkirch)
- Drehmomentbegrenzer 1,5 N·m mit AO/ASIF-Schnellkupplung (Synthes GmbH, Umkirch)
- Drehmomentbegrenzer 0,8 N·m mit AO/ASIF-Schnellkupplung (Synthes GmbH, Umkirch)
- Kortikalisschrauben 2,7 mm (Synthes GmbH, Umkirch)
- Kortikalisschrauben 3,5 mm (Synthes GmbH, Umkirch)
- Verriegelungsschrauben 2,7 mm (Synthes GmbH, Umkirch)
- Verriegelungsschrauben 3,5 mm (Synthes GmbH, Umkirch)
- Verriegelungsschrauben 2,7 mm (NGD, Glen Rock, USA)
- Verriegelungsschrauben 3,5 mm (NGD, Glen Rock, USA)
- Locking Plugs 3,5 mm (NGD, Glen Rock, USA)
- Locking Plugs 2,7 mm (NGD, Glen Rock, USA)
- Locking Drill Guide 3,5 mm (NGD, Glen Rock, USA)
- Locking Drill Guide 2,7 mm (NGD, Glen Rock, USA)
- Drill Bit 3,5 mm (Synthes GmbH, Umkirch)

- Drill Bit 2,7 mm (Synthes GmbH, Umkirch)
- Tiefenmessinstrument für Kortikalisschrauben (Synthes GmbH, Umkirch)
- Gewindeschneider 2,0 mm (Synthes GmbH, Umkirch)
- Gewindeschneider 2,5 mm (Synthes GmbH, Umkirch)
- Schraubendreher (Synthes GmbH, Umkirch)
- Akkubohrmaschine Colibri (Synthes GmbH, Umkirch)
- Steinmannnagel 3,5 mm (Synthes GmbH, Umkirch)
- Kirschnerbohrdraht mit Gewindespitze 1,25 mm (Synthes GmbH, Umkirch)
- Wundspreizer: Gelpi 90 mm
- Schränkeisen (Synthes GmbH, Umkirch)
- Biegezange (Synthes GmbH, Umkirch)
- Raspatorium 6 mm (Synthes GmbH, Umkirch)
- Bohrführhülse 3,5/2,5 mm (Synthes GmbH, Umkirch)
- Bohrführhülse 2,7/2,0 mm (Synthes GmbH, Umkirch)

12 Danksagung

Zunächst bedanke ich mich im Besonderen bei Herrn PD Dr. Martin Gerwing für die Überlassung dieses interessanten Dissertationsthemas. Ich möchte die stets gewährte fachliche Unterstützung, gute Zusammenarbeit und Hilfsbereitschaft betonen.

Außerdem geht mein aufrichtiger Dank an Prof. Dr. Dr. h. c. Martin Kramer, der mir die Möglichkeit eröffnet hat in der Klinik für Kleintiere - Chirurgie der Justus-Liebig-Universität Gießen als Assistenztierarzt eine ausgezeichnete Ausbildung zu erhalten und meine Dissertation anzufertigen, indem er die erforderlichen Mittel zur Verfügung stellte.

Ich danke Herrn Dr. Klaus Failing für die durchgeführten statistischen Berechnungen und seine fachliche Unterstützung.

Ich bedanke mich auch bei allen Mitarbeitern der Klinik für Kleintiere mit denen ich über 4 Jahre gut und gerne zusammengearbeitet habe, und die mich jederzeit mit ihrer Hilfe unterstützten.

Der größte Dank gilt meinen Eltern Gabriele und Karlheinz Binder, die mir mit ihrer Unterstützung ein erfolgreiches Studium und diese Dissertation ermöglicht haben.

Vielen Dank



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

VVB LAUFERSWEILER VERLAG
STAUFENBERGRING 15
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890
redaktion@doktorverlag.de
www.doktorverlag.de

ISBN: 978-3-8359-5868-5



9 78 3 8359 5868 5